Desarrollo agroindustrial y nutrición en la Amazonía: moringa, asaí, majo y copoazú

René B. Enriquez Espinoza

Roxana Pacovich Michaga
Guido Nogales Suaznabar
Yerko Zabala Montero



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

Desarrollo agroindustrial y nutrición en la Amazonía: moringa, asaí, majo y copoazú

Desarrollo agroindustrial y nutrición en la Amazonía: moringa, asaí, majo y copoazú

Coordinador de la investigación:
René B. Enriquez Espinoza

Investigadores:
Roxana Pacovich Michaga
Guido Nogales Suaznabar

Asistente de investigación:
Yerko Zabala Montero



Universidad Amazónica de Pando



Programa de Investigación Estratégica en Bolivia

Pando, 2013

La investigación y su publicación cuentan con el financiamiento de la Universidad Amazónica de Pando y de la Embajada del Reino de los Países Bajos.

Enriquez Espinoza, René B.
Desarrollo agroindustrial y nutrición en la Amazonía: moringa, asaí, majo y copoazú / René B. Enriquez Espinoza; Roxana Pacovich Michaga; Guido Nogales Suaznabar; Yerko Zabala Montero. -- Pando: Universidad Amazónica de Pando; Fundación PIEB, 2013.
xiv; 152 p.; cuads.; grafs: 23 cm. -- (Serie Investigaciones Regionales Pando)

D.L. : 4-1-1087-13
ISBN: 978-99954-57-60-0 : Encuadernado

INDUSTRIA AGROALIMENTARIA / YUCA / ASAÍ / MAJO / ACEROLA / GRAVIOLA / COPOAZÚ / MORINGA / ANACARDO / PRODUCTO ALIMENTICIO / RECURSO ALIMENTARIO / COMPLEMENTO ALIMENTICIO / VALOR NUTRITIVO / NUTRICIÓN / ALIMENTO PREPARADO / PRODUCCIÓN ALIMENTICIA / PASTA ALIMENTICIA / CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS / NORMA ALIMENTARIA / PROPIEDAD ORGANOLÉPTICA / ANÁLISIS FISICOQUÍMICO / ANÁLISIS BROMATOLÓGICO / ESTUDIO DE MERCADO / ALMACENAMIENTO / TRANSPORTE / MUNICIPIO DE COBIJA / MUNICIPIO DE PORVENIR / MUNICIPIO DE FILADELFIA / PANDO

1. título **2**. serie

Av. Teniente Coronel Cornejo
Tel. 38423958 – 38422411
Cobija - Pando

Edificio Fortaleza. Piso 6. Oficina 601
Avenida Arce 2799, esquina calle Cordero
Teléfonos: 2432582 - 2431866
Fax: 2435235
Correo electrónico: fundacion@pieb.org
Página web: www.pieb.org / www.pieb.com.bo
Casilla 12668
La Paz, Bolivia

Edición: Ana Rebeca Prada
Diseño gráfico de cubierta: PIEB
Fotografías de la portada: Equipo de investigación y http://www.medicina-integrativa.net/la-acerola/
Diagramación: Dalia Nogales

Impresión:

Impreso en Bolivia
Printed in Bolivia

Índice

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE FIGURAS

Presentación

Con el objetivo de contribuir con información y propuestas a las demandas económicas, sociales y políticas del departamento de Pando e incidir en su desarrollo, la Universidad Amazónica de Pando (UAP) con el apoyo del Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB) lanzó, en mayo de 2011, la "Convocatoria para proyectos de investigación científica y tecnológica para el desarrollo de Pando".

La agenda de investigación que orientó esta convocatoria fue el resultado de un trabajo conjunto entre el Gobierno Autónomo del Departamento de Pando, el Gobierno Autónomo del Municipio de Cobija, la UAP y el PIEB, que concluyó con la identificación de cuatro temas prioritarios para investigar en la región: 1) Gestión del turismo en Pando; 2) Acciones estratégicas para la gestión del manejo integral del agua y residuos sólidos; 3) Reconfiguración del poder; y, 4) Temáticas de desarrollo, dentro del que se identificaron los siguientes subtemas: dinamización de mercados locales para la producción, desarrollo agroindustrial, seguridad alimentaria y desarrollo humano, aprovechamiento de especies maderables, superar la brecha digital para promover el desarrollo humano, y cartografía temática para promover la conservación del medio ambiente.

Al cierre de la convocatoria, se recibieron 16 proyectos de investigación presentados por 69 docentes y estudiantes (de último grado y tesistas) de la UAP. Del total de las propuestas y luego de la selección por un Jurado Calificador, en diciembre de 2011 comenzaron a ejecutarse seis proyectos de investigación vinculados a las siguientes Áreas de la universidad: Ciencias y Tecnología (ACyT), Ciencias Biológicas y Naturales (ACBN), Ciencias Económicas y Financieras (ACEF), y Ciencias Jurídicas, Políticas y Sociales (ACJPyS).

Los seis equipos investigaron, durante once meses, temas relevantes y estratégicos para la región como: el desarrollo de productos agroindustriales, los usos de la fauna silvestre en comunidades indígenas y campesinas, las capacidades resistentes y propiedades elásticas de cinco especies maderables, la reconfiguración política de los pueblos indígenas yaminahua y machineri, las potencialidades turísticas de los municipios de Bolpebra, Cobija, Filadelfia y Porvenir; y los sistemas agroforestales en los municipios de Porvenir, Puerto Rico y Gonzalo Moreno.

Como parte del fortalecimiento de capacidades de los docentes y estudiantes de la UAP en investigación científica y tecnológica, el proceso de investigación estuvo acompañado de cuatro talleres metodológicos organizados por el PIEB, donde los equipos de investigación recibieron instrumentos y herramientas metodológicas y asesoramiento especializado por área temática para el desarrollo de sus estudios.

La presente investigación, *Desarrollo agroindustrial y nutrición en la Amazonía: moringa, asaí, majo y copoazú* coordinado por René B. Enriquez Espinoza forma parte de cuatro trabajos publicados: *Maderas de la Amazonia boliviana. Capacidades resistentes y propiedades elásticas de cinco especies maderables* coordinada por Mario Carlos Lazo de la Vega Valenzuela; *Fauna silvestre en el norte amazónico de Bolivia. Usos tradicionales en comunidades indígenas y campesinas de Pando* coordinado por Julio Alberto Rojas Guamán; y, *Pueblos indígenas yaminahua y machineri. Proceso de reconfiguración política en Pando* coordinado por Claudia Dávalos Lara.

La UAP y el PIEB felicitan a los docentes investigadores y estudiantes por la calidad de sus trabajos. Estamos seguros que los resultados de las cuatro investigaciones y sus aportes a políticas públicas, contribuirán al trabajo de tomadores de decisiones, instituciones de desarrollo, investigadores y sociedad civil en el departamento de Pando.

Ludwing Arciénega Baptista
Rector de la UAP

Godofredo Sandoval Zapata
Director del PIEB

Prólogo

Ante las necesidades que han emergido en estas regiones amazónicas en el pasado olvidadas y abandonadas, y ante las exigencias fundamentales para contribuir a alcanzar el ansiado desarrollo regional, surgen iniciativas de investigación y estudios sobre los recursos forestales y agrícolas, y sobre los beneficios que se pueden generar de estas riquezas.

El estudio *Desarrollo agroindustrial y nutrición en la Amazonía: moringa, asaí, majo y copoazú*, elaborado por un grupo de meritorios profesionales de la Universidad Amazónica de Pando (UAP), en coordinación con el Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB), contribuye en el logro de estos objetivos en la región. No es casual que la temática y los recursos elegidos tengan una fuerte connotación social. Se observa una comprensión profunda de los productores de la materia prima, en la perspectiva de que ellos esperan que los productos tradicionalmente producidos en la región, además de proveerles de los nutrientes importantes, generen valores agregados que contribuyan a mejorar la economía familiar.

Por estas razones creemos que las instituciones nacionales, departamentales o locales mostrarán interés por financiar este tipo de proyectos. Estas novedosas formas de producción que contribuyen al desarrollo regional y local seguramente se replicarán en el departamento de Pando en el corto plazo y, por tanto, el beneficio para las comunidades del área rural más necesitadas será mayor.

Ing. Sergio Condori Crispín
Gerente Departamental Pando
Fondo Nacional de Inversión Productiva y Social

Introducción

La investigación sobre las posibilidades de desarrollo de productos agroindustriales con alto valor nutricional en la Amazonía boliviana, concluida y preparada para su publicación en el presente libro, pudo realizarse gracias al convenio logrado entre el Programa de Investigación Estratégica de Bolivia (PIEB) y la Universidad Amazónica de Pando (UAP). En un primer momento de la investigación se seleccionó cuatro materias primas con potencial de desarrollo en la región amazónica, en base a bibliografía ya existente: asaí, majo, moringa y copoazú. Luego se pasó a experimentar en la Planta Piloto de Procesos Industriales de la UAP, logrando estandarizar cinco alternativas de productos alimenticios: el jugo de asaí, la leche de majo fortificada, las cápsulas de moringa, las cápsulas de asaí y la mermelada fortificada de copoazú. Después, cada uno de estos productos fue sometido a un análisis fisicoquímico y bromatológico, desprendiéndose de él resultados interesantes, principalmente respecto a las hojas deshidratadas de moringa, las que revelaron muy altos valores de proteína digestible, calcio y vitamina C. Paralelamente se realizó un estudio de mercado que, corroborado con pruebas organolépticas, proyectó una demanda potencial atractiva para la mermelada fortificada de copoazú. Con todos los datos recolectados, se jerarquizó las alternativas desarrolladas y se definió las cápsulas de moringa como el producto con mayor potencial de éxito. Por último, determinando la factibilidad para la instalación de una planta procesadora de cápsulas de moringa, se comprobó una tasa interna de retorno de 16% y un impacto socio-ambiental prácticamente nulo, con una inversión total de Bs. 938.212,40. Se demostró así un gran potencial para mejorar las condiciones económicas y de salud de la región.

Es así, pues, que el objetivo general de la investigación fue el de identificar al menos un producto agroindustrial de alto valor nutricional

con potencialidad de desarrollo en la región amazónica. El producto identificado fue la cápsula de moringa. De ésta se alcanzó el producto terminado.

Esta etapa fue resultado de un proceso complejo vinculado a los objetivos específicos de la investigación. Primero, la selección de las ya mencionadas cuatro materias primas con potencial de desarrollo en la región. Segundo, el diseño de al menos tres alternativas de producto mediante la experimentación. Tercero, la jerarquización de las alternativas desarrolladas de acuerdo a una serie de factores de éxito, lo que conllevó determinar las proteínas, las vitaminas, los minerales, los carbohidratos, la densidad, el pH, la humedad, la digestibilidad de la proteína, la actividad antioxidante; así como calcular la durabilidad y la demanda potencial, además de la apreciación organoléptica y la disponibilidad de la materia prima, así como el grado de competencia, la competitividad del precio y el nivel de inversión. Cuarto, la determinación de la viabilidad financiera y socio-ambiental para la instalación de una planta procesadora para la alternativa con mayor potencial. Y, por último, la difusión y transferencia de los resultados obtenidos.

El tema bibliográfico, es decir, del material existente y que ha sido considerado en la investigación, puede resumirse de la siguiente manera. Si bien existen investigaciones nacionales relacionadas con los recursos tomados en cuenta en este trabajo, y proliferan estudios extranjeros que profundizan en productos agroindustriales semejantes a los aquí tratados, ninguno de ellos incluye el sistema productivo-comercial para productos agroindustriales desarrollados en el departamento de Pando, con materia prima de la región. La mayoría sólo abarca la parte del cultivo, sin desarrollar el valor agregado. Sin embargo, estos estudios e investigaciones sirven como base importante sobre la cual apoyar el presente estudio, además de otorgar datos para constatar y contrastar con nuestros resultados.

Entre las investigaciones destacadas en el tema de la moringa, tenemos publicaciones como la de Nadir Reyes y otros, titulada *Evaluación de diferentes métodos de secado artesanal para la producción de harina de las hojas de moringa*, que describe adecuadamente todo el proceso productivo de las hojas, haciendo énfasis en el secado. Otro documento interesante, con relación al mismo recurso, es *Moringa oleífera* de H. Madrigal, en el cual se detalla el proceso productivo y análisis bromatológico de productos a base de la moringa, como ser la harina proteica para concentrados animales, aceite para consumo humano, concentrado para purificación de agua, extracto para aumentar productividad de cultivos, etanol y biodiesel.

Con respecto al copoazú, en 2004 se publicó en Colombia un estudio muy completo y útil titulado *Bases técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de especies nativas de la Amazonia,* con María Soledad Hernández como coordinadora de proyecto. En este documento se detalla el proceso productivo para la obtención de pulpa, néctar, mermelada, bocadillo y helado de copoazú.

A nivel nacional, existe una guía del 2007 que rescatamos: *Transformación del fruto de majo y recomendaciones para su aprovechamiento sostenible*, una publicación promocionada por el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP). En ella se describe la obtención de leche y aceite de majo a nivel artesanal y semi-industrial. También se detalla información nutricional de los productos mencionados, realizando una llamativa comparación con la leche de vaca y de soya, determinando un mayor porcentaje de proteína en la leche de majo.

Las mencionadas investigaciones, a pesar de ser muy interesantes y estar relacionadas con nuestros objetivos, no detallan la parte comercial y menos aún determinan la factibilidad económica. Además, la mayoría son investigaciones extranjeras, cuyos resultados pueden variar bastante con respecto a los productos cultivados en la región de estudio.

Finalmente, una investigación muy completa, que se asemeja mucho a la idea que nuestro estudio tiene de sus procesos y alcances, es el proyecto de grado de Stephanie Medrano, de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador, publicado el año 2010: *Obtención de deshidratados de borojó y copoazú mediante procesos térmicos de secado con aire forzado*. Este proyecto determina la vida útil, nivel de aceptabilidad y caracterización química del deshidratado de copoazú, además de realizar un análisis de costos de producción a escala de planta piloto.

El presente libro está organizado en cinco capítulos y una última parte de conclusiones y recomendaciones. En el primer capítulo se elabora el contexto de la investigación; en el segundo se plantea el marco general, en cuanto al elemento teórico, el análisis y la selección; el tercero se aboca a la recolección de datos: alternativas de productos desarrollados, características fisicoquímicas, valor nutricional, análisis de durabilidad y almacenamiento y transporte; el cuarto al estudio de mercado y la inversión; y el quinto a los resultados de la investigación.

CAPÍTULO UNO

Contexto de la investigación

1. Antecedentes

Esta investigación fue realizada en coordinación entre el Programa de Investigación Estratégica de Bolivia y la Universidad Amazónica de Pando, con el fin de transferir el conocimiento generado mediante la investigación a las partes pertinentes, en busca del desarrollo agroindustrial del departamento de Pando y la región amazónica de Bolivia.

Sin lugar a duda, la región goza de un gran potencial agroindustrial, dada la existencia de recursos alimenticios peculiares con propiedades importantes que esta investigación busca verificar y profundizar. Los recursos alimenticios considerados para el estudio son especies propias o implantadas, el único requisito es tener un potencial de desarrollo dentro el ecosistema y sistema productivo del departamento de Pando.

En cuanto a las investigaciones nacionales relacionadas con estos recursos y los estudios extranjeros sobre productos agroindustriales semejantes a los detallados en este estudio, debe subrayarse que no incluyen el análisis el sistema productivo-comercial para productos agroindustriales desarrollados en el departamento de Pando, con materia prima local. Sin embargo, estas referencia sirven de importante base para el presente estudio, otorgando datos que interesa constatar y comparar con nuestros resultados.

2. Justificación de la investigación

En el departamento de Pando existe un incipiente desarrollo de la agroindustria alimentaria regional. Se elaboran productos de bajo valor agregado, existiendo una importante entrada de productos alimenticios

desde el interior de país, como también desde el exterior. Además, al no tener disponibilidad de alimentos accesibles, la alimentación de la población no es la ideal. Todo ello es consecuencia del poco conocimiento de procesos de transformación y potencialidades nutricionales de los recursos naturales, además del alto precio de la materia prima y costos de producción. Ante estos problemas, es justo preguntarse: ¿Es posible desarrollar la agroindustria alimentaria del departamento de Pando? ¿Qué productos agroindustriales tienen mayor potencial para desarrollar esta agroindustria?[1].

La investigación se justifica principalmente por la importancia de resolver estos problemas, con el plus de generar productos nutricionales para mejorar la alimentación de la población. Esto propiciará una cascada de soluciones y desarrollos que resultarán muy significativos para el progreso de Pando.

Por otro lado, es importante señalar la vinculación de la investigación con la Planta Piloto de Procesos Industriales de la UAP, que comprende dos diferentes líneas de producción agroindustrial: purificación de agua y producción de néctares. Es crucial aprovechar esta planta, propiciando la investigación especialmente de procesos y productos agroindustriales alimentarios de alto valor agregado, siguiendo las tendencias y exigencias del mercado de un producto saludable, nutritivo y con buena apreciación organoléptica. De este modo, paulatinamente, debe transferirse el conocimiento generado al sector productivo primario y secundario de la región, propiciando el desarrollo agroindustrial en el departamento de Pando.

3. Análisis de involucrados

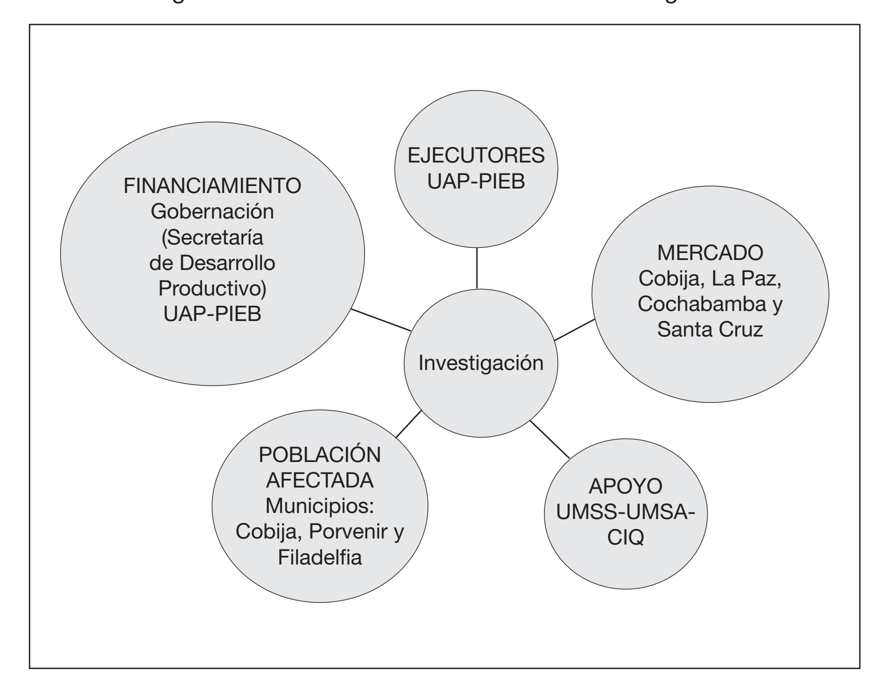
Como se señaló anteriormente, esta investigación fue ejecutada conjuntamente por la UAP y el PIEB. La UAP cuenta con una Planta Piloto de Procesos Industriales y un moderno laboratorio de ciencias biológicas que fueron un gran apoyo para la investigación, pero aun es insuficiente, por ello se tiene la colaboración técnica del Centro de Alimentos y Productos Naturales de la UMSS, el Centro de Estudios e Investigaciones en Química de Alimentos de la UMSA y el Centro de Investigaciones Químicas (CIQ SRL) ubicado en la ciudad de Quillacollo.

La población afectada, mediante la transferencia de tecnología y aplicación de políticas públicas, es el municipio de Cobija, el municipio

1 Para una mejor comprensión, puede encontrarse el árbol de problemas en el Anexo A.

de Porvenir y el municipio de Filadelfia. El centro de operación es la ciudad de Cobija; los otros dos municipios son los más cercanos a esta ciudad. Además, los proveedores establecidos para la experimentación son los comunarios comerciantes en el mercado abasto, los cuales coincidentemente pertenecen a estos municipios.

Figura 1. Instituciones involucradas en la investigación



Por otro lado, se estudian los mercados de las ciudades de Cobija, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz; principalmente para la estimación de la demanda potencial y determinación de la factibilidad financiera. Estas ciudades podrán gozar de la disponibilidad de productos agroindustriales de alto valor nutricional, para complementar su dieta y mejorar su salud.

Finalmente, es claro que el financiamiento para el estudio está dado por la UAP y el PIEB, pero es importante señalar posibles fuentes de financiamiento para la implementación de políticas públicas y/o transferencia de tecnología. Estamos hablando de las mismas entidades que propician este estudio, añadiendo a otros brazos del gobierno como la gobernación del departamento de Pando y la secretaría de desarrollo productivo.

4. Objetivos de la investigación

Retomamos brevemente el objetivo general: desarrollar al menos un producto agroindustrial con alto valor nutricional dentro la región amazónica boliviana; y los objetivos específicos, que tienen que ver con los procesos para llegar y cumplir con el general:

- Seleccionar al menos cuatro materias primas con potencial de desarrollo en la Amazonía boliviana.
- Diseñar al menos tres alternativas de producto a base de la experimentación.
- Jerarquizar las alternativas desarrolladas de acuerdo a una serie de factores de éxito.
- Determinar la viabilidad financiera y socio-ambiental para la instalación de una planta procesadora para la alternativa con mayor potencial.
- Difundir y transferir los resultados obtenidos.

5. Metodología

5.1. Tipo de investigación

Existen diferentes tipos de investigación de acuerdo a diferentes parámetros de clasificación. El trabajo realizado corresponde a los siguientes tipos de investigación de acuerdo a los diferentes parámetros:

Cuadro 1. Tipo de investigación

Parámetro de clasificación	Tipo de investigación
Según el objeto de estudio	Investigación aplicada
Según la extensión del estudio	Investigación de caso
Según las variables	Semi-experimental
Según el nivel de medición y análisis de la información	Investigación cuali-cuantitativa
Según las técnicas de obtención de datos	Investigación proyectiva

Fuente: Elaboración propia.

5.2. Población afectada

La población afectada por los resultados de la investigación, traducidos en políticas públicas y/o transferencia de tecnología, es igual a las poblaciones de los municipios de Cobija, Porvenir y Filadelfia del departamento de Pando, como ya se señaló en el análisis de involucrados. Estamos hablando de un total de 52.291 habitantes según el Proyecto GeoBolivia.

5.3. Diseño de la investigación

Pasamos a desarrollar en detalle los objetivos específicos de la investigación y los procedimientos y actividades desarrollados para alcanzarlos.

La selección de al menos cuatro materias primas con potencial de desarrollo en la región: las ya mencionadas asaí, majo, moringa y copoazú. Esta selección involucró una documentación completa, la toma de fotografías, el trabajo hacia productos terminados y la conclusión de una matriz de selección. Todo el proceso se realizó en colaboración con expertos de la Coordinadora de Integración de Organizaciones Económicas Campesinas Indígenas y Originarias de Bolivia (CIOEC Bolivia) y los productores-comerciantes de frutos locales del mercado Abasto de la ciudad de Cobija.

La selección referida incluyó la revisión bibliográfica en cuanto a información disponible, y el registro de propiedades de las materias primas (concretándolo en un documento). Incluyó también la priorización y selección de las materias primas; la selección de las cuatro ya mencionadas y la realización de una matriz de ponderación, cuidando siempre los criterios de calificación. Por último, incluyó la identificación de proveedores al interior de Pando y la confección de una lista de estos proveedores.

El diseño de al menos tres alternativas de producto mediante la experimentación. Ello implicó la estandarización de cinco procesos productivos y la elaboración de etiquetas. Se configuraron cursogramas sinópticos y fichas técnicas del producto; se imprimieron etiquetas y se tomaron fotos de la experimentación y de los productos. Se contó con el servicio de laboratorio de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS, Cochabamba), de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA, La Paz) y el Centro de Investigaciones Químicas (CIQ SRL, Cochabamba).

El diseño de alternativas incluyó la compra de materia prima, equipos y herramientas. Incluyó asimismo los productos terminados

propiamente dichos y la toma de fotografías. Incluyó también la experimentación en la Planta Piloto de Procesos Industriales de la UAP; la realización de balances de masa y de productos terminados; la toma de fotografías de la experimentación; la elaboración de etiquetas; el diseño y sistematización de los procesos consolidados, así como la estandarización de tres procesos productivos y la realización de cursogramas sinópticos y fichas técnicas del producto.

La jerarquización de las alternativas desarrolladas de acuerdo a una serie de factores de éxito. Conllevó determinar las proteínas, las vitaminas, los minerales, los carbohidratos, la densidad, el pH, la humedad, la digestibilidad de la proteína, la actividad antioxidante, etc. Asimismo, implicó calcular la durabilidad, así como la demanda potencial. Otra fase de esta jerarquización tuvo que ver, por un lado, con la apreciación organoléptica, es decir, la apreciación de color, sabor, textura y olor, y, por otro, con la disponibilidad de la materia prima, así como con el grado de competencia, la competitividad del precio y el nivel de inversión en maquinaria y el grado de sencillez del proceso. Se formularon informes de análisis de los laboratorios (de la UAP, de la UMSS y de la UMSA); se resumieron las encuestas en el *software* SPSS; se redactó el informe organoléptico; se tomaron fotografías; se realizó la matriz de jerarquización y cotizaciones. Se cuidó el criterio de calificación.

La determinación de la viabilidad financiera y socio-ambiental para la instalación de una planta procesadora para la alternativa con mayor potencial. En esta etapa se calcularon los tiempos estándar, el número de trabajadores, el salario total, la maquinaria requerida; se determinó la localización de la planta; se realizó la puntuación total de la matriz de puntuaciones ponderadas; se determinó el objetivo de mercado; se consideró el costo variable, el costo fijo, las depreciaciones, la amortización de activo diferido, el ingreso y la utilidad. Asimismo, se revisaron los gastos de marketing, el valor agregado TIR (tasa interna de rentabilidad), el VAN (valor agregado nacional) y el B/C (beneficio/costo), y, por supuesto, el impacto medioambiental. Se tiene la siguiente documentación al respecto: cotizaciones, hojas sistematizadas e informe de evaluación; tabla de operaciones, operarios, maquinaria y tiempos; mapas de los procesos; y tabla del plan estratégico.

La difusión y la transferencia de los resultados obtenidos. Este último objetivo específico implicó las siguientes actividades: la elaboración de productos desarrollados para difusión; un documento de trabajo; productos terminados y envasados; la elaboración de folletos y su impresión; la elaboración del material para capacitación:

diapositivas y textos guías. Se programaron y se ejecutaron viajes de difusión, de capacitación y transferencia de conocimiento. Se registró a los estudiantes y se les tomó fotografías. Todo ello estuvo abocado a la persuasión de personas por el proyecto.

Cuadro 2. Matriz metodológica

Objetivo Específico	Metodología	Tipo	Fuente
Seleccionar al menos cuatro materias primas con potencial de desarrollo en la región	Revisión bibliográfica	Cuantitativa	Secundaria
	Matriz de selección (consiste en definir factores críticos, ponderarlos y calificar cada materia prima según estos factores)		
Diseñar al menos tres alternativas de producto a base de la experimentación	Experimentación en planta piloto	Cuantitativa	Primaria
	Cursograma sinóptico		
	Fichas técnicas de productos terminados		
	Diagrama de flujo de equipos		
	Lluvia de ideas	Cualitativa	
	Diseño gráfico en Photoshop		
Jerarquizar las alternativas desarrolladas de acuerdo a una serie de factores de éxito	Revisión bibliográfica	Cuantitativa	Secundaria
	Análisis fisicoquímico en laboratorio		Primaria
	Degustaciones de apreciación organoléptica	Cualitativa	
	Estudio de mercado		
	Análisis de Porter		
	Matriz de jerarquización de productos		
Determinar la viabilidad financiera, socio-económica y ambiental para la instalación de una planta procesadora	Cotizaciones	Cuantitativa	Primaria
	Localización de planta		
	Punto de equilibrio		
	TIR, VAN, B/C, periodo de recuperación		
	Análisis de sensibilidad		
	Matriz de Leopold	Cualitativa	
Difusión y transferencia de los resultados obtenidos	Capacitaciones	Cuantitativo	Primaria
	Publicaciones		

Fuente: Elaboración propia.

6. Hipótesis

El proceso de investigación estuvo guiado por la hipótesis formulada al inicio —por la idea guía del trabajo, finalmente confirmada por los resultados de la investigación—:

El asaí, majo, moringa y copoazú son los recursos alimenticios con mayor potencial para desarrollar plantas procesadoras, con factibilidad financiera y socio-ambiental, dentro la región amazónica boliviana.

CAPÍTULO DOS

Marco teórico

En este acápite se intenta describir las características más importantes de cada materia prima considerada en la investigación, manteniendo coherencia con los factores críticos del proyecto respecto al resultado esperado, y habiendo servido esto de guía para seleccionar las cinco materias primas que delimitaron el alcance del trabajo. Podemos mencionar que los factores críticos fueron los siguientes: aporte nutricional, disponibilidad, precio, mercado, facilidad de procesamiento, rendimiento, percepción organoléptica y durabilidad.

La recolección de datos utilizó fuentes primarias, como también secundarias. La metodología, para la recolección de información primaria, se basó en entrevistas realizadas a dos comerciantes de productos agroforestales regionales del mercado Abasto en la ciudad de Cobija: la señora María Hurtado de Gómez y el señor René Casanova. La señora Hurtado de Gómez manifestó tener 50 hectáreas de plantaciones de majo, añadiendo que de manera alternativa también cultiva copoazú, acerola, arazá y cacharana; sus plantaciones se encuentran a 30 km de la capital. El señor Casanova es productor principalmente de copoazú, con plantaciones a 25 km de Cobija. Otra fuente primaria de información fue la experimentación propia, en la Planta Piloto de Procesos Industriales de la UAP. Las fuentes secundarias se obtuvieron básicamente en la lectura de libros y estudios referentes al tema, así como en búsquedas en internet.

Se continuó buscando material y revisándolo, durante el proceso de investigación, tomando en cuenta los factores críticos arriba mencionados.

1. Yuca

La hoja tiene 77% de agua, 8,2% de proteína cruda, 13,3% de carbohidratos solubles, 1,2% de grasa y 2,2% de fibra cruda en base húmeda. Se la ha considerado como uno de los vegetales verdes con mayor concentración proteica (Necochea 2002).

Las hojas de la yuca presentan características nutricionales y virtudes que pueden llegar a ser revolucionarias en el mundo de la alimentación y la salud. Su alto contenido nutricional, dada la presencia de 18 aminoácidos esenciales, las convierte en un alimento mejor que la quinua, la kiwicha y la soya. Contiene minerales como hierro, calcio, potasio, fósforo, magnesio, cobre y zinc, que están entre los más importantes en la alimentación humana. Tiene asimismo un alto contenido de betacarotenos y vitaminas A, B1, B2, B6, B12 y C. Además, posee vitaminas como la niacina, que es un depurativo y desintoxicante poderoso; ácido fólico, que es una poderosa vitamina antianémica; y ácido pantoténico, que evita el deterioro de los tejidos de la piel (A&S 2004: 32-36).

También se encuentran diferencias en los aminoácidos de la yuca al ser comparados con leguminosas y cereales como la quinua y la soya. En el Cuadro 3 se observan diferencias en aminoácidos tales como la glicina y la histidina, y en algunos muy importantes como la metionina y la leucina, que en las hojas de yuca superan marcadamente los contenidos de alimentos como la soya y la alfalfa.

Cuadro 3. Comparación de aminoácidos esenciales en g/100g de proteína en base seca

Nutrimento	Follaje de yuca	Torta de soya	Alfalfa
Proteína cruda	18,94	47,50	22,00
Lisma	5,87	6,50	0,60
Metionina	1,86	1,60	0,20
Treonina	4,20	4,39	n.r.
Triptofano	1,99	n.r.	n.r.
Isoleucina	4,50	4,70	0,70
Leucina	8,19	7,10	1,10
Argmma	5,34	7,50	3,80
Alamna	5,73	4,40	n.r.
Histidma	2,30	2,80	1,20
Valma	5,56	5,10	0,70
Glisma	4,56	4,40	1,90

Fuente: Wanapat 2002.

La composición nutricional del follaje de yuca varía en calidad y cantidad, según el tipo de cultivo, época de corte, densidad de siembra y proporción entre hojas (lámina foliar más peciolos) y tallos. De acuerdo a los nutrientes requeridos, la parte de la planta que se usa determina su composición; por ejemplo, si sólo se utiliza lámina foliar, el contenido de proteína es de 23-28% en base seca; pero si se incluyen los peciolos y las ramas verdes apicales, el contenido se reduce a 18-21%. Una relación inversa se aprecia en el contenido de fibra, que suele ser de alrededor de 9% para lámina foliar, pero que aumenta a 20-25% cuando se incorpora toda la parte superior de la planta (Domínguez 1981: 41) (Véase el cuadro siguiente).

Cuadro 4. Contenido de nutrientes en hojas de yuca

Nutrientes	Hojas	Hojas y peciolos
Proteína	22,7	21,6
Ceniza	10,9	9,8
Grasa	6,3	6,3
Fibra	11,0	11,6
Humedad base	7,8	9,0

Fuente: Buitrago *et al*. 2002.

El cianuro se encuentra en los tejidos de la planta de yuca de dos formas: como cianuro libre o como cianuro ligado. En todos los tejidos de la planta de yuca se tienen diferentes concentraciones de linamarina (cianuro ligado) y lotaustralina (cianuro libre), así como glucósidos cianogénicos que, al hidrolizarse mediante la acción de la enzima linamarasa (glicosidasa), dan origen al ácido cianhídrico libre. Las estimaciones indican que 90% del ion cianuro se encuentra en forma de cianuro ligado (linamarina), mientras que el restante 10% corresponde al cianuro libre o lotaustralina (Buitrago 1990: 68-69).

La dosis letal mínima de ácido cianhídrico en los humanos es de 60 partes por millón (ppm) y el consumo prolongado de pequeñas cantidades de éste puede originar deficiencias proteicas y problemas fisiológicos serios. En casos extremos, un consumo alto de esta sustancia puede provocar intoxicación. Con la ayuda de la enzima rodanasa, el cuerpo humano destoxifica el cianuro mediante la formación de tiocianato; la síntesis de rodanasa impone una demanda adicional de aminoácidos de las reservas del cuerpo, principalmente de aquellos que contienen

azufre, por lo que el consumo regular de yuca provoca que la síntesis de proteínas vitales para funciones corporales se perjudique. Esta es la razón por la que se presentan enfermedades asociadas a la exposición constante a los cianógenos de la yuca y la deficiencia de proteínas, como la enfermedad de konzo, que en países como Mozambique se identifica por síntomas como rigidez de los músculos, vómito, nauseas, palpitación, debilidad, diarrea, dolor de cabeza (Padmaja 1995: 4).

Se pueden utilizar diferentes métodos de procesamiento para eliminar parcial o totalmente el contenido de ácido cianhídrico de la yuca, entre los cuales se encuentran la deshidratación artificial, la cocción en agua o el secado solar. Este último es un sistema seguro para destruir el ácido cianhídrico sin afectar la acción de la linamarasa. Normalmente, los trozos de yuca secados al sol contienen niveles de cianuro menores a los obtenidos con secado artificial, ya que la reacción hidrolítica es favorecida por largos periodos y bajas temperaturas. No obstante, la eliminación de HCN por secado artificial a temperaturas por debajo de 60ºC o por cocción en agua son métodos que aseguran una eliminación de HCN efectiva (Domínguez 1981: 70).

2. Asaí

La *Euterpe precatoria* es una especie botánica de palmera, conocida comúnmente como palmito. Es nativa de Sudamérica, específicamente de la Amazonía peruana, boliviana y brasileña (Galeano 1992, cit. en Carpio 2010).

Este fruto analizado en la investigación, a decir de Moraes es un fruto esférico, mayormente de consistencia dura y de color negro, utilizado para la elaboración de jugos, bebidas energizantes y vinos (2004: 262).

Griseldo Carpio y otros autores, en el documento de trabajo *Los usos del asaí*, auspiciado por el PIEB, señalan que “la falta de aprovechamiento de los frutos del asaí… representa un desperdicio de un recurso natural abundante en la región… que tiene como efectos indirectos los altos niveles de pobreza de la población” (2010: 36). Por lo tanto, se vio necesario rescatar este documento, para aprovechar este conocimiento ya desarrollado, integrándolo a la investigación.

Por cada 100 g, la pulpa del fruto contiene 8,1 g de proteínas; 52,2 g de carbohidratos (incluidos 44,2 g de fibra y 32,5 g de grasas); además, 260 mg de calcio, 4,4 mg de hierro, 1002 U de vitamina A y pequeñas cantidades de vitamina C. También, ácido aspártico y ácido glutámico, además de 319 mg de antocianina3 y otros antioxidantes (Schauss *et al.* 2006: 54).



Asaí. Fotografía: equipo de investigación.

Hace 15 años empezó, en Brasil, la demanda del "súper alimento", como parte de una tendencia mundial de consumidores preocupados por la dieta y la salud. El asaí ha sido reconocido como uno de los diez "súper alimentos del mundo" (*super foods of the world*) en la publicación del libro de nutrición más vendido en 2004, *The Perricone Promise*.

El asaí contiene los ácidos grasos esenciales omega 3, 6 y 9: estas son las grasas "amigas" del cuerpo humano y son muy importantes para la salud. Estos ácidos grasos esenciales juegan un papel importante en los niveles de colesterol y triglicéridos, manteniéndolos bajos; en la estabilización del ritmo cardíaco; en la limpieza de las arterias y la nivelación de la presión arterial. Es importante señalar que la pulpa tiene una alta concentración de antioxidantes, diez veces mayor que la de las uvas rojas, y unas treinta veces los antocianinos del vino tinto. Estos antioxidantes tienen propiedades que previenen el envejecimiento prematuro; tienen una sinergia de fibra dietética, grasas monoinsaturadas y fitosteroles que promuevan la salud cardiovascular y digestiva; y también un aminoácido complejo con microminerales que inducen a la contracción muscular y a la regeneración.

La época de extracción del asaí se efectúa entre diciembre y agosto, no siendo ésta la actividad principal de las familias que lo cultivan, que se dedican a la recolección de la castaña o del palmito (producto del tallo del asaí), y que venden a las beneficiadoras que se encuentran en Cobija, capital del departamento de Pando. El epicentro de su comercio está en la ciudad brasileña de Belem, donde 1,3 millones de habitantes consumen 200.000 litros de asaí al día. Un litro del jugo costaba $US 0,52 y ahora tiene un valor de $US 2,60. Se destaca que "la mayor parte de la demanda internacional ha sido impulsada por Sambazon Inc., con sede en San Clemente, California, que probó el asaí en un viaje a Brasil en 1999". En la actualidad, esta empresa asegura que se hace cargo del 80% del asaí que se exporta a Estados Unidos (Carpio 2010). En Pando existe bastante producción de palmeras de asaí, principalmente de manera silvestre, pero, debido a la demanda, existen comerciantes que están realizando el cultivo especializado.

3. Majo

En el trabajo *El majo como una alternativa para el biocomercio en Bolivia*, Jeyson Miranda y los otros autores indican:

> Una de las palmeras neotropicales, identificada como recurso prioritario para desarrollar alternativas económicas sostenibles locales y regionales, es el majo (*Oenocarpus bataua* subs. *bataua*), cuyos frutos son una fuente de alimento apreciada por varias culturas andino-amazónicas. Además de sus reconocidos valores nutricionales, esta palma presenta una alta potencialidad para el aprovechamiento sostenible de poblaciones silvestres, por su amplia distribución y sus densidades relativamente altas… [T]al vez el producto derivado … con mayor importancia económica y potencial de comercialización es el aceite. En general, las poblaciones amazónicas y de bosques premontanos extraen tradicionalmente el producto con técnicas artesanales para consumo y uso doméstico, pero han existido ya algunas iniciativas de extracción semi-industrial en Bolivia y el continente que mejoran la productividad y aseguran una mejor calidad en el producto final… El segundo producto derivado del majo, de importancia comercial, es la leche, una bebida obtenida mediante un proceso sencillo y tradicional, que se oferta en mercados locales de las comunidades productoras de majo. La leche —sin descremar— de majo, mantiene los beneficios del aceite, pero además, contiene

una cantidad de aminoácidos que la convierten en un sustituto ideal de otras fuentes proteicas (2008: 9).



Palmera de majo. Fotografía: equipo de investigación.

De acuerdo con los técnicos de CEATA, en su guía de transformación del majo, “la cosecha se realiza cuando los frutos del majo están maduros, lo que normalmente ocurre entre los meses de noviembre y mayo. A los frutos maduros se los reconoce por su color oscuro y porque empiezan a caerse desde los racimos. Una vez comprobada la madurez de los frutos, se los debe cosechar trepando a la palmera. Actualmente, en algunas regiones del país, los comunarios cortan las palmeras para obtener los frutos, pero esta práctica no es aceptable porque no es sostenible y porque ocasiona la desaparición del recurso” (2007: 8).

En Bolivia, la sobreexplotación, las malas prácticas de cosecha y la pérdida de hábitat donde ocurre el majo, han llevado a que sea considerada una especie vulnerable, lo que implica que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre, una marcada reducción en el tamaño de sus poblaciones y la probabilidad estimada de 10% de extinguirse en 100 años (UICN 2001 cit. en Meneses/Beck 2005: 34).

El fruto bajo refrigeración puede durar al menos dos semanas. Este tiempo se multiplica si es que se congela, determinando una alta durabilidad y facilitando la producción.

En planta piloto, el despulpado del majo resulta sencillo y de alto rendimiento, siempre y cuando se utilice una despulpadora vertical con una malla no mayor a las 200 micras, para de este modo evitar la presencia de pequeños fragmentos de cáscara y demás impurezas, lo que comúnmente se denomina jachi. Se obtuvieron buenos resultados en la producción de leche de majo pasteurizada cuando se añadieron conservantes (sorbato de potasio) y estabilizantes (CMC), consiguiendo una textura, un sabor y un color muy apetecibles, similar al chocolate, lo cual potencializa el consumo de los niños.

Cuadro 5. Comparación de valores energéticos y proteicos de distintos tipos de leche

Nutriente	"Leche" de majo	Leche de vaca	Leche de soya
Proteína	3,9%	3,5%	3,7%
Grasa	3,6%	3,5%	3,6%
Carbohidratos	2,1%	4,8%	2,4%

Fuente: CEATA 2007.

Cuadro 6. Comparación de valores energéticos entre el aceite de majo y el aceite de oliva (muestra 100 g)

Componente	Aceite de majo	Aceite de oliva
Grasa total	98,4%	99,7%
Saturado	16,8%	13,2%
Mono-insaturado	78,3%	77,5%
Poli-insaturado	3,3%	9%

Fuente: CEATA 2007.

4. Acerola

Malpighia emarginata es una especie arbustiva que se desarrolla en zonas de climas tropical y subtropical. Mide de 2 a 5 m de altura, tiene un tallo tortuoso, corteza rugosa, madera blanca y ligera. Presenta un fruto subglobuloso en forma de drupa, de superficie lisa o sensiblemente trilobada, que se dispone apartada o en panículas de dos o tres

en axilas foliares, con pedúnculos cortos, y que posee tres semillas que representan entre 19% y 25% del peso total. El tamaño del fruto varía de 1 a 2,5 cm, el diámetro de 1 a 4 cm y el peso de 2 a 15 g. Presenta una coloración verde cuando está en desarrollo, cambiando a tonos amarillos y rojos cuando está maduro (Alves *et al.* 1992: 33-39).



Acerola. Fotografía: http://www.medicina-integrativa.net/la-acerola/

Iván Calvo V. establece lo siguiente:

> La acerola o semeruco es una fruta tropical originaria de la región que abarca las Antillas, Centro y Sur América. Pertenece a la familia *Malpighiaceae*, que comprende 60 géneros y 1100 especies. Fue descubierta en Puerto Rico en el año 1930, pero es a partir de 1946 que sufre un impulse y expansión en sus siembras comerciales en Brasil, Cuba y Estados Unidos (Florida y Hawai)… Su fruto maduro es de color rojo, muy similar al color de una cereza… [S]u característica principal es la de presentar un alto contenido de ácido ascórbico (vitamina C), hasta 20 veces más que la naranja; también es una fruta rica en vitamina A, hierro y calcio… La producción de acerola en la actualidad se utiliza básicamente en la industria para la fabricación de refrescos, mermeladas y licores, incluso puede ser utilizada para conservar y enriquecer jugos mixtos de

> otras frutas. Los comerciantes japoneses consiguieron colocar en su mercado local, un jugo claro de acerola, que venden como refresco… Alemania, principal consumidor europeo, compra acerola como ingrediente para adicionar a mermeladas y gelatinas, que comercializan en tiendas de productos dietéticos. Brasil, principal productor de acerola en el mundo, la comercializa conjuntamente con vitamina E; las cápsulas medicinales de vitamina C pura son adquiridas principalmente por farmacias homeopáticas. Se utiliza en jaleas y chiclets con aroma artificial de acerola (2007: 7-8).

La actividad metabólica de la acerola es intensa, y su maduración ocurre en corto espacio de tiempo, por lo que no se necesita de ningún agente activador para que la fruta esté en condiciones ideales para el consumo (Alves 1996: 30). Las acerolas maduras mantenidas a temperatura ambiente se deterioran en 4 a 5 días y las verdes y semimaduras en 6 a 7 días (Manica/de Carvalho 1995: 160). Las alteraciones asociadas con la maduración están relacionadas con el estadio en que se encuentren los frutos.

La producción comienza a los 1-2,5 años después de plantado y su período de fructificación es de 3 a 4 veces al año. Cada planta produce cerca de 20 a 30 kg de frutos anualmente (Netto 1986: 94). En algunas regiones del noreste brasileño, que presentan alta disponibilidad de luz y buena irrigación, las plantas comienzan a dar frutos en menos de un año y producen prácticamente todo el año (Alves/Menezes 1995: 79-89).

Según la señora María Hurtado de Gómez, productora y comerciante de majo, copoazú, acerola y otras frutas en el mercado Abasto de la ciudad de Cobija, la comercialización de la acerola es dificultosa debido a la baja durabilidad de la fruta: "[s]e cosecha la fruta y hay que llevarla a vender ese mismo día, porque si no se echa a perder". Esta productora opta por despulpar la acerola y congelarla para la posterior comercialización. La comercialización de acerola en el mercado de Cobija es casi nula; la mayor parte de los comunarios-productores tienen árboles de acerola para el autoconsumo y no la comercialización, debido a los problemas ya señalados por la señora Hurtado.

En el Cuadro 7 se detallan los distintos componentes de la fruta de acerola, así como el intervalo de concentración encontrado para los mismos. Cabe destacar su elevado contenido en vitamina C. El fruto contiene también carotenoides y bioflavonoides, de ahí su gran valor nutritivo y su uso potencial como antioxidante.

La variabilidad encontrada en los valores de vitamina C por distintos autores puede estar relacionada con el grado de madurez de los

frutos. Durante la maduración se produce un descenso en el contenido de vitamina C; los frutos verdes presentan mayor contenido en vitamina C que los maduros. Butt atribuye este descenso a la acción de la enzima ácido ascórbico oxidasa (ascorbato oxidasa), y comprueba que la actividad de esta enzima en los frutos maduros es superior que en los verdes (Butt 1980: 81-123). Las técnicas de procesado y almacenamiento también afectan el contenido de ácido ascórbico de la acerola (Carvalho/Guerra 1995: 102-105).



Pesaje de la graviola en planta piloto. Fotografía: equipo de invetigación.

De acuerdo con Nakasone *et al.*, los frutos sufren una pérdida de agua acompañada de un descenso de hasta un 25,2% en su contenido de ácido ascórbico después de ser recolectados y expuestos directamente al sol durante 8 horas. Sin embargo, la radiación solar, que aumenta la actividad fotosintética de la acerola durante la fase de crecimiento, incrementa el nivel de azúcares en los tejidos de la planta y, como consecuencia, de ácido ascórbico, puesto que éste se sintetiza a partir de las hexosas. Por ello, cuanto mayor es la incidencia de la radiación solar a lo largo del ciclo de la planta, mayor es el contenido de vitamina C de los frutos (1966: 161-166).

En resumen, la importancia de la acerola se ha relacionado con su carácter nutricional, representado por su elevado contenido en vitamina C, que motiva una creciente demanda por parte del consumidor. Además, su papel como antioxidante ha tenido especial relevancia en los últimos años, debido a que la mayoría de enfermedades cardiovasculares tienen su origen en el stress oxidativo producido por especies reactivas de oxígeno. Weber *et al.* afirma que la vitamina C se considera uno de los más potentes y menos tóxico antioxidante natural (1996: 19-30).

Cuadro 7. Composición nutritiva del fruto de acerola

Nutrientes	Contenido por 100g
Proteínas	0,21 - 0,6 g
Grasas	0,23 - 0,5 g
Carbohidratos	3,57 - 6,3 g
Hierro	0,24 mg
Calcio	11,7 mg
Fósforo	17,1 mg
Tiamina	0,02 mg
Rivoflavina	0,07 mg
Piridoxina	8,7 mg
Vitamina C	695 - 4.827 mg
	470 - 1.655 mg
Agua	90,6 - 92 g
Cenizas	0,4 g
Fibra dietética	3 g
Energía	17 - 27 kcal

Fuente: Mezadri *et al.* 2006.

5. Graviola (Sinini)

La graviola es la planta anticancerígena más poderosa del planeta, utilizada desde hace más de 40 años en Estados Unidos, Europa y Asia. Contiene poderosos principios activos anticancerígenos o citostáticos. Se hicieron estudios comparativos in vitro y en vivo comparando el efecto con la adriamicina (conocido quimioterápico), y se comprobó

que la graviola es 10.000 veces más potente, y que mata las células cancerígenas sin dañar las células sanas como ocurre con la quimioterapia (que además ocasiona nauseas, pérdida de peso y del cabello), protegiendo y elevando el sistema inmunológico.

Cuadro 8. Valor nutricional del fruto de la graviola
(100 gramos de fruta fresca)

Humedad	80,6%
Fibra	1,63%
Cenizas	0,73%
Grasa	0,31%
Proteína	1,22%
Almidón	1,62%
Vitamina C	0,021%
Azúcares (gluc., fruct.)	15,63%
Potasio	45,8 mg
Sodio	23 mg
Magnesio	23,9 mg
Fósforo	26,0 mg
Hierro	0,47 mg

Fuente: www.elmundoalinstante.com

No hay incompatibilidad —sino que, al contrario, se complementa muy bien— con cualquier tratamiento al que esté sometido el paciente, mejorando la calidad del mismo. No tiene la graviola absolutamente ningún efecto secundario ni reacciones de intolerancia o alergia.

En 1976, el doctor Jerry Mc Laughlin de la Purdue University descubrió que las acetogeninas de la graviola son poderosos anticancerígenos. Continuaron esas investigaciones en el Instituto Nacional del Cáncer, comprobando su efectividad en el cáncer de colon y de próstata. El National Health Center la utilizó para otros tipos de cáncer (gástrico, de riñones y mamas). La Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Católica de Corea del Sur realizó estudios comparativos con la adriamicina (quimioterápico) en tratamientos de cáncer de pulmón.

Según la página de internet sobre graviola (graviola.es), en un artículo publicado en abril del 2011 sobre riego y cuidados de la planta, ésta “tiende a florecer y fructificar en forma más o menos continua… [T]iene dos picos de producción: el primero se da en febrero y marzo

y el otro en los meses de junio, julio y agosto y es el más importante. La fructificación de árboles…, provenientes de semilla se inicia entre los tres y cinco años y en los árboles injertados, entre los veinte y veinticuatro meses. La producción de los árboles, generalmente es baja debido a características de las flores que dificultan la polinización y al ataque de plagas y enfermedades; el rendimiento fluctúa entre veinticuatro y sesenta y cuatro frutos por árbol, con pesos que van de 0,25 kg a 5 kg por fruto". Esta es una de las causas por las que la comercialización del fruto se realiza a pequeña escala, provocando una baja disponibilidad del mismo. Otra causa para la comercialización en pequeña escala es el mercado; el sabor, la textura viscosa y el aroma del fruto no tienen completa aceptación. Por otro lado, las hojas no son de buen gusto, por lo que la ingestión de las mismas se puede facilitar mediante el encapsulamiento.

Según la experimentación en planta piloto, el fruto de graviola resulto fácil de procesar, mostrando un importante rendimiento debido al poco desperdicio logrado en la etapa de despulpado. En el caso de hojas y tallos frescos, es aún más fácil: solamente se necesita un proceso correcto de secado y una molienda para estar listos para el encapsulamiento. La gran debilidad es la baja durabilidad del fruto que, según experimentación propia, presenta un oscurecimiento de la cáscara entre el segundo y tercer día después de cosechado, y cambios en el sabor a partir del cuarto día, todo esto bajo conservación a aproximadamente 4ºC. Una desventaja es que no se puede congelar; existen cambios en el sabor irremediables y oscurecimiento total de la cascara en apenas un día de congelado.

Cuadro 9. Propiedades medicinales de la graviola demostradas con pruebas de laboratorio

Parte de la graviola	Propiedad
Hojas	Anticancerígeno, Antiespasmódico, Antimalárico, Antidiabético
Brotes tiernos	Anticancerígeno
Flores	Pectoral
Corteza	Antibacteriano, Antiparasitario, Antiulceroso
Fruto	Galactogogo
Semillas	Antiparasitario

Fuente: http://www.elmundoalinstante.com

6. Copoazú

Según el Instituto Boliviano de Comercio Exterior,

> el copoazú (*Theobroma grandiflorum*) es un pariente muy cercano del cacao, el cual es originario de la Amazonía oriental, el cual es considerado una fruta tropical muy promisoria para los trópicos húmedos. Sus frutos contienen una pulpa de buen sabor y aroma agradable. El principal producto obtenido de la fruta del copoazú es la pulpa congelada del fruto al natural… La pulpa es utilizada para preparar refrescos, helados, néctares, mermeladas, vino, licores y otros productos frescos. De las semillas del fruto se obtiene manteca de copoazú, muy utilizada en la formulación de cosméticos hidratantes y en la industria alimenticia. De las semillas molidas se obtiene una pasta similar al chocolate de cacao… Finalmente, la cáscara es usada como abono orgánico en los sistemas agroforestales y debidamente procesada constituye un componente en el alimento para animales de cría… No existen registros de exportación de ningún producto de copoazú hasta el año 2007. Sin embargo, se sabe que Brasil es un gran mercado potencial para algunos subproductos de copoazú, debido a la gran demanda interna que existe en algunas de sus regiones, tal es el caso de los mercados de Sao Paulo y Río de Janeiro, donde la pulpa de copoazú es muy conocida (2010: 1, 3).

La floración ocurre predominantemente en el período de menor precipitación, es decir, en la época más seca del año y cuando el número de horas de luz solar es mayor. La prolongación del período de lluvias retarda la floración, atrasando, en consecuencia, la fructificación. La cosecha coincide con el período más lluvioso entre octubre a junio, con un pico en marzo. Además, los vientos fuertes también causan serios perjuicios en plantaciones con plantas jóvenes. La utilización de corta-vientos con especies arbóreas de pequeña altura y que presenten una copa densa es una forma de controlar el problema (EMBRAPA 2007: 17-30).

Existen dos métodos de cosecha; el primero señala que la calidad de los frutos está relacionada con el momento de la cosecha; sensorialmente, el punto de maduración puede ser identificado por el aroma característico de la fruta, que se torna más pronunciado en ese período, como la maduración se produce desde el ápice hacia la base del fruto es posible iniciar la cosecha de aquellos frutos

que exhalen en su porción terminal el aroma característico del copoazú, se mantiene un segmento de rama de alrededor de 10 cm, Al momento que el fruto completa su maduración dos a tres días después de la cosecha, el pedúnculo se desprende naturalmente del fruto (Zapata *et al.* 1996: 3-12). Este es el más utilizado por los productores pandinos.

El segundo, es un método más exquisito para disminuir la perecibilidad del producto. Para la práctica, lo mejor es aplicar ambos métodos. Los frutos de copoazú, cuando están completamente maduros, caen naturalmente de la planta y se recolectan normalmente del suelo. En plantaciones comerciales, especialmente durante el período de mayor producción, la frecuencia de cosecha es diaria. Al comienzo y al final del período de cosecha, se recolectan cada dos días a fin de reducir los costos de mano de obra. Es preciso mencionar que en una misma planta se pueden encontrar frutos en diferentes estados de maduración. La recolección se efectúa en la mañana, debido a que el desprendimiento de los frutos ocurre durante la noche (Urano *et al.* 1999).



Copoazú. Fotografía: equipo de investigación.

Los frutos son transportados a granel, sin grandes problemas, ya que, debido a la consistencia leñosa de la cáscara, las pérdidas durante el transporte son prácticamente nulas; tienen una vida poscosecha de cinco a siete días sin que se alteren significativamente las propiedades físicas, químicas y organolépticas de la pulpa, siempre y cuando se mantengan en un local con buena ventilación y protegidos de la radiación solar directa. Almacenados en ambiente refrigerado, con una temperatura alrededor de 10ºC, presentan una vida poscosecha de 15 días (Lima 1993: 118). Esto es corroborado por el señor René Casanova, comerciante de copoazú en el mercado Abasto de la ciudad de Cobija; él posee plantaciones de copoazú a 30 km de la capital, con una producción aproximada de 165 kg al día. Señala que prácticamente hay cosecha todos los días, la que se almacena para ser comercializado en los días de feria, viernes y sábado. Constata que generalmente hay más producción que demanda en el mercado, por lo cual está ansioso de poder industrializar el producto y conseguir mayor demanda.

En nuestro país existen experiencias acerca de la industrialización del copoazú, siendo un claro ejemplo la empresa Madre Tierra Amazonía SRL, que se dedica a la producción de pulpas, manteca y aceites de dicha fruta. El periódico *La Prensa*, en su edición del 9 de septiembre del 2009, relata:

> En la década de los 90, el Instituto Para el Hombre, Agricultura y Ecología (IPHAE) escogió el copoazú de una lista de 12 frutas amazónicas y la presentó como alternativa productiva a los campesinos de la zona, que suelen ser inmediatistas… Luego se vio la necesidad de buscar mercados para vender; así surgió Madre Tierra Amazonía SRL, que completa una cadena productiva, en la que el 30% de la empresa pertenece a los productores de copoazú… El 80% de Ama-frut, la marca que creó Madre Tierra para la pulpa congelada, se queda en la calurosa Riberalta. Este comercio también llega a Trinidad, a La Paz y, por supuesto, a Santa Cruz. Quieren exportar, pero primero aspiran a conquistar el mercado nacional.

Según lo que señala el gerente, Álvaro Suarez, en el mencionado periódico, la empresa produce aproximadamente 3.000 kg al día, contratando hasta 25 trabajadores en época de zafra. Actualmente Madre Tierra está diversificando su producción y ha incursionado en los aceites de majo principalmente.

El peso promedio del copoazú es de 1.200 g, en rangos comprendidos entre 700 y 1.700 g. Esta fruta se clasifica por su forma; para la

forma elíptica se encontró rendimientos de 24% pulpa (endocarpio), 53% cáscara (epicarpio + mesocarpio) y 23% semilla (Medrano 2010: 16).

Cuadro 10. Valor nutricional de la pulpa de copoazú

Componente	Contenido	Componente	Contenido
Humedad (%)	87,27	Hierro (ug.g^{-1})	1
Carbohidratos (%)	9,27	Zinc (ug.g^{-1})	3
Azúcares totales (%)	6,29	Selenio (ug.kg^{-1})	0,03
Fibra cruda (%)	1,04	Cadmio (ug.kg^{-1})	4
Cenizas (%)	0,70	Plomo (ug.kg^{-1})	20
Proteína (%)	1,31	Polifenoles totales (mg.100 g^{-1})	14,71
Extracto etéreo (%)	0,41	Carotenoides totales (mg.100 g^{-1})	0,13
Calcio (ug.g^{-1})	100	Sólidos solubles (° Brix)	11,17
Magnesio (ug.g^{-1})	200	Vitamina A (UI.100 g^{-1})	90,13
Potasio (ug.g^{-1})	2.600	Vitamina C (mg.l00 g^{-1})	54,67
Fósforo (ug.g^{-1})	200	pH	3,45
Sodio (ug.g^{-1})	11		

Fuente: Medrano 2010.

En general, la pulpa es pobre en proteínas y grasas, pero tiene una baja acidez que facilita la conservación. Los contenidos de proteínas, lípidos y carbohidratos están dentro de los límites encontrados en la mayoría de los frutos tropicales. En relación a los minerales y vitaminas, la pulpa del copoazú es relativamente rica en calcio, fósforo y fierro y presenta un contenido moderado de Vitamina C (Zapata *et al.* 1996: 3-12).

7. Moringa

La *Moringa oleifera* es un cultivo originario del norte de la India, que actualmente abunda en todo el trópico. Las hojas tienen cualidades nutritivas sobresalientes, que están entre las más altas de todos los vegetales perennes. Este valor nutricional es particularmente importante en áreas donde la seguridad alimentaria se puede ver amenazada por períodos de sequía, pues las hojas de moringa pueden cosecharse durante las épocas secas, cuando no hay otros vegetales frescos disponibles. La semilla de moringa tiene un 40% de aceite, y el perfil de ácido graso del aceite indica un 73% de ácido oleico. Esto significa que el aceite de moringa tiene el mismo nivel de calidad del aceite de oliva (Folkard/Sutherland 1994).

Según Alfaro/Martínez,

> la moringa normalmente florea y fructifica una vez al año, pero en algunas regiones lo hace dos veces. El período de floración inicia en agosto y se prolonga a enero. La mejor época se observa en los meses de septiembre a noviembre. Durante el primer año un árbol crece hasta cuatro metros, logrando florear y fructificar. Si no se poda, puede crecer hasta diez metros, con un tronco fuerte de hasta 20 a 30 cm de diámetro. Las nuevas plantas comenzarán a florecer y dar frutos un año después de sembradas, variando la producción entre 1.000 y 5.500 semillas por planta por año (2008: 13).

La moringa se está revelando como un recurso de primer orden con bajo costo de producción, para prevenir la desnutrición y múltiples patologías como la ceguera infantil, asociada a carencias de vitaminas y de elementos esenciales en la dieta. Esta planta tiene un futuro prometedor en la industria dietética y como alimento proteico para deportistas (Agrodesierto 2006 cit. en Alfaro/Martínez 2008: 19).



Moringa. Fotografía: equipo de investigación.

Estudios anteriores sobre análisis del valor nutricional y usos alimenticios de las hojas, vainas y semillas indican valores de macro y micronutrientes que la caracterizan como una fuente alimentaria de

proteínas, grasa, calcio, potasio, hierro, carotenos, vitamina C, entre otros; por tanto, también como una fuente energética. Los resultados del estudio, con muestras de las diferentes localidades, fueron sustentados con los reportados en la literatura; en algunos casos, con variables, pero en general se confirma que la planta puede ser aprovechada con fines nutricionales.

La hoja de moringa posee un porcentaje superior al 25% de proteínas, esto es, tantas como el huevo, o el doble que la leche; cuatro veces la cantidad de vitamina A de las zanahorias; cuatro veces la cantidad de calcio de la leche; siete veces la cantidad de vitamina C de las naranjas; tres veces más potasio que los plátanos; cantidades significativas de hierro, fósforo y otros elementos (Agrodesierto 2006 cit. en Alfaro/Martínez 2008: 19).

Las hojas y tallos tiernos tienen un sabor poco agradable, por lo cual lo más indicado para el aprovechamiento de esta planta para el consumo humano es utilizarla como refuerzo nutricional sobre la base de algún otro alimento que tenga un sabor predominante. Se experimentó realizando un secado natural bajo sombra, obteniendo fácilmente harina de moringa después de la molienda de estas hojas deshidratadas. También se obtuvo un extracto y jugo de moringa, ambos de sabor algo desagradable.

Cuadro 11. Contenido nutricional de las hojas frescas, vainas maduras y semillas de la moringa (Valores promedio de diferentes muestras)

Análisis Proximal	Hojas frescas	Vainas	Semillas
Humedad (%)	79,72	75,8	47,2
Proteínas (%)	5,52	7,1	17,5
Grasas (%)	1,46	1,8	15,1
Cenizas (%)	2,12	1,1	2,1
Carbohidratos (%)	11,14	14,3	18,1
Energía (kcal/100g)	207,42	226	439
Calcio (mg/100g)	22,32	2,1	3,4
Potasio (mg/100 g)	11,84	12,8	18,3
Hierro (mg/100 g)	24,26	1,6	7,1
Carotenos (ug/100g)	3.911,52	3.327,7	114,4
Vitamina C (mg /100g	109,3	0,1	0,1

Fuente: Alfaro/Martínez 2008.

El cultivo de moringa en Pando es casi nulo, a pesar de que las condiciones son muy aptas para el desarrollo de la planta. A apenas 8 km de la capital, Cobija, el Ing. Sergio Condori cuenta con cinco hectáreas de plantación de moringa; es un entusiasta del aprovechamiento de esta planta, buscando crear tendencias de cultivo programado.

8. Anacardo (Cajú)

El anacardo (*Anacardium occidentale L.*) es un árbol frutal originario de Brasil que se puede encontrar en varios países de clima tropical. Su fruto (castaña) y su pseudofruto (pedúnculo hipertrofiado), que corresponde a 90% del peso del anacardo, son ampliamente utilizados en la industria alimenticia. Sin embargo, el carácter perecedero del pedúnculo, el cual es bastante consumido fresco, dificulta considerablemente su comercialización en los mercados más distantes de los centros de producción. Además de frágil y altamente perecedero, ya que sufre por mecanismos aceleradores de degradación microbiológica, contribuyendo así la pérdida de millones de toneladas de producto. La gran cantidad desperdiciada, de aproximadamente 2.393.000 ton en el año de 2007, representa cerca del 94% de la producción total, lo cual, por otra parte, presentaría un elevado potencial de aprovechamiento (Machado *et al.* 2012: 44-51).



Anacardo. Fotografía: http/www.bamboleirosailing.com/2011/04/el-salvador-i-march-18-26.html

La pulpa del pedúnculo del anacardo es una materia prima rica en carbohidratos, fibras, vitaminas y sales minerales (Souza *et al.* 2005: 52-57). El pedúnculo es de alto valor nutritivo y por unidad es uno de los vegetales más ricos del mundo en vitamina C, siendo quizás sea el fruto más barato entre todos los cultivados en Brasil. Analizando el zumo de anacardo, se observó que en un mismo volumen de este zumo se comprueban cerca de 164,2 mg/100g de vitamina C, 4 a 5 veces más vitamina C que el zumo de naranja, que contiene cerca del 32,8 mg/100g de vitamina C (Souza 2007: 135-139).

Cuadro 12. Composición nutricional de la castaña de anacardo

Contenido calórico	570,0 (kcal)
Proteínas	15 (g)
Carbohidratos	33 (g)
Fibra	3 (g)
Contenido graso total	46 (g)
Ácidos grasos saturados	9 (g)
Insaturados monoinsaturados	27 (g)
Poliinsaturados	8 (g)
Colesterol	0 (mg)
Vitamina E	0,57 (mg)
Fitoesteroles	158 (mg)

Fuente: FAO 2002.

Revisando la composición nutricional de la castaña de anacardo, se puede resaltar que tiene una buena cantidad de proteína pero a expensas de mucha caloría de carbohidratos; tiene un contenido graso de 46 g, de los cuales la mayor parte está comprendida por grasas buenas (Insaturados monoinsaturados y Poliinsaturados); posee fibra suficiente para tener sano el intestino y ostenta vitamina C, pero en pequeña cantidad.

Las experiencias en planta piloto no son exitosas con respecto al fruto. Lo más indicado es trabajar con una prensa de filtros, equipo con el cual no cuenta la UAP. Además, el fruto resulta ser muy perecedero, por lo cual lo más indicado es trabajar con la castaña, aprovechando su poder calórico y contenido de proteínas.

9. Análisis y selección de materia prima

Seleccionamos la materia prima mediante matrices de selección, utilizando ocho factores críticos: aporte nutricional, disponibilidad, precio, mercado, facilidad de procesamiento, rendimiento, percepción organoléptica y durabilidad. En el acápite del marco teórico se describió estos factores para cada una de las alternativas, de modo que en base a esos datos, junto al análisis y discusión de todo el equipo de investigación, se calificó a cada materia prima en una escala del uno al cuatro, donde 1 es malo y 4 es excelente (ver Cuadro 13). La ponderación debe sumar uno y la calificación ponderada es la multiplicación de la segunda y tercera columnas:

Cuadro 13. Escala de calificación

1	2	3	4
Malo	Regular	Bueno	Excelente

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la ponderación (ver Anexo D), se logró priorizar cuatro materias primas, según orden de calificación: asaí, majo, moringa y copoazú. La calificación de cada materia prima se realizó mediante una discusión del equipo de trabajo, apoyado en toda la revisión bibliográfica hasta aquí presentada. Al cerrar este capítulo, repasamos la discusión y final calificación dada a cada materia prima.

El *sinini* o *graviola*: a pesar de tener —especialmente las hojas— muchas propiedades medicinales, las nutritivas son bajas. Puede resultar interesante realizar un estudio completo y centrado únicamente en el sinini. Además, la apreciación organoléptica del sinini no tuvo buen resultado: no es muy agradable. Por otro lado, su durabilidad es pésima y no es muy conocido en los mercados en general.

En el caso del *cajú* o *anacardo*, cabe resaltar que en el aporte nutricional se está destacando las proteínas y vitaminas, y no así las calorías, que son abundantes. En cuanto a la durabilidad, se ponderó el cajú por un lado como mala, y la castaña como buena, concluyendo con una calificación de dos.

Con respecto a las hojas de *yuca*, éstas tienen buen aporte nutricional, pero son tóxicas, por lo que hay que tener cuidado en su tratamiento. Se concluyó en una calificación de dos.

La *moringa* tiene dos en disponibilidad, porque son casi nulas sus plantaciones, a pesar que las condiciones son muy aptas y el árbol

tiene un rápido crecimiento. En sí, la moringa parece ser un gran alimento oculto, que representa una importante oportunidad y esperanza.

El *copoazú* destaca por su mercado; las personas en Pando y el resto del país ya están bastante familiarizados con él. Además, existen cultivos y disponibilidad de estos.

¿Y qué decir del *majo* y el *asaí*? Son fácilmente reconocibles como dos *super foods* o súper alimentos por toda la literatura y el equipo de investigación.

CAPÍTULO TRES

Recolección de datos

1. Alternativas de productos desarrollados

Una vez elegidas ya las cuatro materias primas con las cuales experimentar, empieza la experimentación, valga la redundancia. Este proceso buscó llegar al objetivo de desarrollar tres productos agroindustriales con alto valor nutricional. De por sí, las materias primas tienen alto valor nutricional, pero la idea fue de crear un producto mejorado, con el mayor valor agregado posible en base al aporte nutricional. Estamos hablando de crear especialmente suplementos alimenticios especialmente para jóvenes y niños, basados primordialmente en el aporte proteico.

Por tanto, a partir de los datos recolectados y un análisis de los mismos, el equipo de investigación planteó el desarrollo de los siguientes cinco productos:

Figura 2. Productos a desarrollar

Leche de majo pasteurizada y fortificada

Jugo de asaí pasteurizado

Suplemento alimenticio en cápsulas blandas
(Moringa y asaí en polvo)

Mermelada fortificada de copoazú

En lo que sigue y en primer lugar, se indicarán los recursos utilizados en la experimentación de cada producto, es decir: materia prima, insumos, materiales instalaciones y equipos. Luego se describirá a profundidad el diseño del proceso productivo de cada uno de los cinco productos planteados.

El desarrollo de los siguientes productos se dio en base a la experimentación realizada en las instalaciones de la Planta Piloto de Procesos Industriales de la Universidad Amazónica de Pando.

1.1. Equipos y materiales

Los equipos y materiales utilizados en la experimentación en planta piloto fueron: caldero de vapor, tanque de proceso, mesa de despulpado, despulpadora, baldes de acero inoxidable, pHmetro, brixómetro, balanza digital de precisión, cajas de plástico para almacenamiento de materia prima, *freezer*, equipo de tratamiento de agua y ropa de trabajo. Para más detalles consultar el Anexo C.

1.2. Leche de majo pasteurizada y fortificada

Figura 3. Etiqueta leche de majo

La leche de majo tiene altas propiedades nutritivas similares a la leche de vaca, con excepción de la lactosa, a la cual muchas personas son alérgicas. La leche de majo es la pulpa extraída de la fruta con agua, es un alimento perecedero y con un alto nivel calórico. Por tanto, el producto a desarrollar mejora los aspectos de durabilidad y fortifica el aporte nutricional con la ayuda de la moringa.

Según el informe de análisis sensorial del Centro de Alimentos y Productos Naturales de la UMSS, la leche de majo desarrollada es un jugo espeso, cremoso, con color y olor chocolate intenso, percibiéndose un sabor a jugo de vegetales suave y agradable.

a) Materia prima e insumos

El siguiente cuadro resume los datos de la materia prima e insumos utilizados:

Cuadro 14. Materia prima e insumos para la leche de majo

Materia prima o insumo	Especie/nombre científico	Familia	Origen/marca
Majo	Oenocarpus bataua	Arecaceae	Porvenir, 30 km de Cobija
Moringa	Moringa oleifera	Moringaceae	Cobija, 8 km del centro
Conservante	Sorbato de Potasio Benzoato de sodio	---------	Naturex Maprial
Estabilizante	Calboximetilcelulosa	---------	Naturex

Fuente: Elaboración propia.

b) Descripción del proceso

El siguiente análisis presenta el detalle del ciclo productivo sintetizado después de llevadas a cabo las experimentaciones en planta piloto para la obtención leche de majo fortificada:

Pesaje: Antes de empezar el proceso se realiza el pesaje de los frutos con miras a establecer rendimientos de la pulpa.

Lavado y selección de materia prima: Luego del pesaje, se lleva la materia prima al área de lavado, donde un operario procede al lavado de las frutas de forma manual, mediante su inmersión en una solución de hipoclorito de sodio al 0,5-1,0% durante cinco minutos; luego se las enjuaga y se las deja escurrir eliminando restos de suciedad y toda posible infección traída del campo a la planta. Al mismo tiempo

que se lava la fruta, el operario selecciona la que está visualmente y sensitivamente en mal estado para rechazarla.

Escaldado: Consiste en someter la fruta a un calentamiento corto y posterior enfriamiento. Se realiza para ablandar un poco la fruta y con esto aumentar el rendimiento de pulpa. También se reduce un poco la carga microbiana que aún permanece sobre la fruta, inactivando asimismo enzimas que producen cambios indeseables de apariencia, color, aroma y sabor en la pulpa, aunque pueda estar conservada bajo congelación. En planta piloto el escaldado se puede efectuar por inmersión de las frutas en una marmita con agua caliente; cuando la mezcla alcanza cerca de 55 a 60ºC, se suspende el calentamiento.

Con el escaldado en agua caliente se pueden perder jugos y componentes nutricionales, pero baja significativamente la carga microbiana. El color se hace más vivo, el aroma y sabor pueden variar a un ligero cocido y la viscosidad de la pulpa puede aumentar. Aun queda experimentar con vapor bajo, que puede ser más costoso y demorado, pero presentar menos pérdidas.

Despulpado: Es la operación en la que se logra la separación de la pulpa de los demás residuos como las semillas, cáscaras y otros. Se basa en el principio de hacer pasar la pulpa-semilla a través de una malla (500 micras); esto se logra por el impulso que comunica a la masa pulpa-semilla un conjunto de paletas unidas a un eje que gira a velocidad fija. La fuerza centrífuga de giro de las paletas va separando la pulpa y cáscara de la semilla, y por gravedad el fluido pasa a través de los orificios de la malla, dejando parte de la cáscara (jachi) y semillas atrapados en la malla. Es el mismo efecto que se logra cuando se pasa por un colador una mezcla de pulpa-semilla que antes ha sido licuada. Aquí las mallas son el colador y las paletas son la cuchara que repasa la pulpa-semilla contra la malla del colador.

El proceso de despulpado se inicia introduciendo la fruta entera en la despulpadora vertical perfectamente higienizada. Poco a poco se va agregando el agua tratada requerida (ver cursograma sinóptico para el detalle de cantidades). La máquina arroja por un orificio el producto y los residuos como semilla, cáscaras y otros materiales duros quedan dentro la despulpadora hasta acabar el ciclo de despulpado que suele tomar aproximadamente 10 minutos con 15 litros de carga. Los residuos salen casi limpios, es decir, con casi nada de pulpa, lo que demuestra un gran rendimiento de la fruta en esta despulpadora vertical. Se recomienda exponer lo menos posible la pulpa al medio ambiente; esto se logra cubriendo inmediatamente el balde donde se recibió la pulpa o traspasándola rápidamente al

tanque de almacenamiento o a la marmita para la siguiente operación en el proceso.



Bagazo de asaí después del despulpado. Fotografía: equipo de investigación.

Durante el despulpado en este tipo de máquinas también se causa demasiada aireación de la pulpa; con ello sobrevienen efectos negativos como la oxidación, la formación de espuma, los cambios de color y sabor.

Refinado: Consiste en reducir el tamaño de partícula de la pulpa, cuando ésta ha sido obtenida antes por el uso de una malla de mayor diámetro en sus orificios. Reducir el tamaño de partícula da una mejor apariencia a la pulpa, evitando una más rápida separación de los sólidos insolubles en suspensión. Por otra parte, refinar baja los rendimientos en pulpa por la separación de material grueso y duro que esta naturalmente presente en la pulpa inicial. El refinado se puede hacer en la misma despulpadora, sólo que se le cambia la malla por otra de diámetro de orificio más fino. La primera pasada para el despulpado se realiza con malla de 0,060" y el refinado con la de 0,045" o menor.

Estandarizado y control de calidad (homogenizado): Esta operación involucra lo siguiente:

- Adición del estabilizador
- Adición del conservante
- Adición de azúcar
- Adición del extracto de moringa
- Control del pH
- Control de los grados Brix (contenido de azúcar)

El control del pH implica que se lo debe de llevar a un nivel menor de 4,5, pues una acidez alta favorece la destrucción de los microorganismos. El pH al que se debe llevar el néctar depende también de la fruta. La regulación del pH se hace mediante la adición de ácido cítrico. La regulación de la cantidad de azúcar se realiza mediante la adición de azúcar blanca refinada. Para lo relacionado a la adición del carboximetilcelulosa (CMC) como estabilizador, la dosis puede alcanzar un máximo de 0,3%; pero de acuerdo a la experimentación se estableció un producto de buena textura con 0,25% de dicho estabilizante. Con respecto a los conservantes, se utilizó sorbato de potasio y benzoato de sodio en cantidades máximas permitidas, sin alterar el sabor del producto; es decir 0,15% y 0,10% respectivamente, maximizando la durabilidad del mismo.

Pasteurizado y desaireado: Se realiza estas dos operaciones de manera conjunta en la marmita. El desaireado permite eliminar parte del aire involucrado en las operaciones anteriores. Hay diferentes técnicas que varían en su eficiencia y costo. La más sencilla y obvia es evitar operaciones que favorezcan el aireado. Si ya se ha aireado la pulpa, se puede disminuir mediante un calentamiento suave la solubilidad de los gases y extraerlos. Entre más pronto se efectúe el desaireado, menores serán los efectos negativos del oxígeno involucrado en la pulpa. Estos efectos son la oxidación de compuestos como las vitaminas; la formación de pigmentos que pardean algunas pulpas; y la formación de espuma que crea inconvenientes durante las operaciones de llenado y empacado.

El pasteurizado consiste en un tratamiento térmico, en el que se somete el néctar a una temperatura de 70°C por 30 minutos en un pasteurizador (marmita) que luego debe enfriarse lo más rápidamente posible. El cambio brusco de temperatura será el que propicie la destrucción de los microorganismos.

Envasado: Se embotella el producto en botellas de vidrio oscuro de 1 litro con tapa corona, con el propósito de preservar las cualidades nutricionales. La experimentación utilizo botellas plásticas y envases de muestra para el envasado, luego del control de la durabilidad y el análisis nutricional.

Decocción o digestión: Existen dos métodos para lograr la extracción de los componentes de la moringa, en una solución óptima para mezclarla con la leche de majo ya procesada.

El primer método es la decocción, que es una extracción en agua de determinadas partes vegetales, a la cual se la somete a un cierto tiempo de ebullición. Dependiendo de la consistencia de las partes a extraer, se darán tiempos de decocción más o menos largos; generalmente, las raíces, hojas, flores y pedúnculos foliados se hierven en agua durante unos 15 minutos, mientras que las ramas y otras partes más duras pueden precisar hasta una hora, tiempo durante el cual deberá ir reponiéndose el agua evaporada. Una vez hecha la decocción, hay que filtrar el líquido mediante un paño, exprimiendo bien el líquido de las partes cocidas. Las dosis es la siguiente: una parte de planta por cada diez de agua.

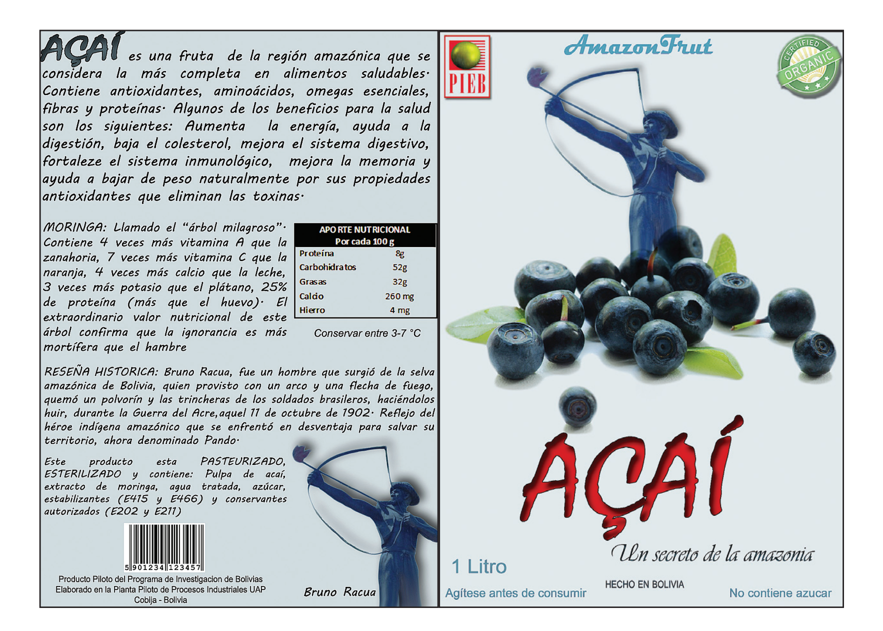
Existe también un método de extracción llamado digestión, que es el más recomendable y utilizamos en el desarrollo del producto. La digestión se realiza a temperaturas de entre 45 y 50ºC, nunca superiores a 60ºC, por lo tanto preservando las propiedades nutricionales. Este procedimiento es adecuado con aquellas partes vegetales más duras, o que contienen sustancias poco solubles. Para ello se introducen las hojas, tallos y ramas tiernas en la marmita con el líquido previamente calentado a las temperaturas indicadas; se mantiene durante un periodo que puede oscilar entre media y 24 horas. En nuestro caso experimentamos con dos horas de digestión. Se debe agitar la marmita regularmente.

Maceración: La maceración consiste en dejar reposar el preparado de moringa y agua, correspondiente a la digestión, por aproximadamente 10 horas dentro la marmita para maximizar la extracción de nutrientes.

1.3. Jugo de asaí

Suplemento alimenticio en formato de jugo de fruta, presentado en botella de vidrio de un litro con un color ámbar para preservar las notables propiedades del producto. La durabilidad es de aproximadamente treinta días sin refrigeración y cuarenta y cinco días conservado a 4°C. De acuerdo al informe de análisis sensorial del Centro de Alimentos y Productos Naturales de la UMSS, el jugo de asaí tiene un olor ligero a aceituna negra y a fenol, sabor ligeramente a ciruelo; presenta una apariencia homogénea, ligeramente densa y color rojizo pronunciado.

Figura 4. Etiqueta jugo de asaí



Durante cientos de años las poblaciones amazónicas han estado utilizando esta baya púrpura oscuro como un suplemento en sus dietas, beneficiándose de ella en muchas formas diferentes y cuidando así su bienestar y salud de modo fácil y natural. Si bien existe jugo de asaí a la venta en la ciudad de Cobija, no otorga ninguna garantía de higiene y puede llegar a tener un alto grado de contaminación debido a la técnica artesanal con el que está hecho. Se constituye así en un posible peligro para la salud, yendo contra sus posibles beneficios.

Ahora, el producto llega a las manos de toda la población de Cobija (en una primera fase, con perspectivas de exportación), cumpliendo con todos los requisitos sanitarios. La ciudad puede tomar el jugo de asaí (bien frío) con toda confianza, sabiendo de todas sus propiedades y sin miedo respecto de su procedencia.

a) Materia prima e insumos

El siguiente cuadro resume los datos de la materia prima e insumos utilizados:

Cuadro 15. Materia prima e insumos para el jugo de asaí

Materia prima o insumo	Nombre científico	Tipo	Origen
Asaí	Oenocarpus bataua	Arecaceae	Porvenir, 30 km de Cobija
Conservante	Sorbato de Potasio Benzoato de sodio		Naturex Maprial
Estabilizante	Calboximetilcelulosa		Naturex

Fuente: Elaboración propia.

b) Descripción del proceso

El proceso no difiere demasiado del descrito en el acápite anterior. Lo único que cambia es la fruta con la que se trabaja (por tanto, el rendimiento) y la dosis de conservantes. Se pudo apreciar que los conservantes utilizados generan un sabor amargo al tragar el jugo de asaí, por lo tanto no se pudo utilizar los máximos permisibles como en el caso de la leche de majo, estandarizando el producto con una dosis de 0,03% de sorbato de potasio y 0,08% de benzoato de potasio solamente. Además, como el asaí por sí solo ya es una gran fuente de vitaminas y minerales, este producto no se fortifica con moringa, preservando así su sabor puro natural. Se podrá ver más claramente las diferencias comparando los cursogramas sinópticos en el Anexo B.

1.4. Cápsulas de asaí en polvo

Suplemento alimenticio en cápsulas blandas tamaño 00 de color azul, contenidas en un frasco color ámbar con tapa *push-down-and-turn*.

a) Materia prima e insumos

El siguiente cuadro resume los datos de la materia prima e insumos utilizados:

Cuadro 16. Materia prima e insumos para el asaí en polvo

Materia prima o insumo	Nombre científico	Tipo	Origen
Asaí	Oenocarpus bataua	Arecaceae	Porvenir, 30 km de Cobija

Fuente: Elaboración propia.

b) Descripción del proceso

El proceso productivo de este producto se deriva del jugo se asaí presentado en el anterior acápite. Después de realizado el despulpado, el proceso cambia y pasa directamente a un sistema de filtración en tres etapas, obteniendo una pasta densa de asaí, combinación del producto de la filtración de cada etapa, y un subproducto acuoso con remanente de sales y azucares, que puede ser reutilizado en reemplazo del agua tratada en la operación de despulpado. Después del filtrado, la pasta combinada se seca en un secador, valga la redundancia, para así poder continuar con la molienda y encapsulado del producto.

A continuación se detallan las operaciones específicas para la obtención de este producto, es decir, el concentrado por filtración, el secado, la molienda, el encapsulado y el empaquetado. Además, el cursograma sinóptico se encuentra en el Anexo B.

Concentrado por filtración: El objetivo de esta operación es obtener una pasta densa de asaí que pueda ser secada en un secador. Para ello se utiliza la operación moderna de concentración por filtración que, como no utiliza el poder térmico, evita la desnaturalización del alimento procesado. La manera más óptima de realizar la operación es dividir la filtración en tres etapas, evitando la saturación de membranas, sin implicar demasiados costos de inversión y operación.

La primera etapa es un pre-filtrado mediante una membrana de poros de 0,2 mm. Con esto, las partículas más grandes quedan retenidas en la membrana y un líquido, todavía con gran poder nutricional, pasa a la siguiente etapa de filtrado.

La segunda etapa es la microfiltración a través de una membrana de 10 micras, utilizando baja presión. Con esto se logra retener coloides y partículas suspendidas mayores a 10 micrones.

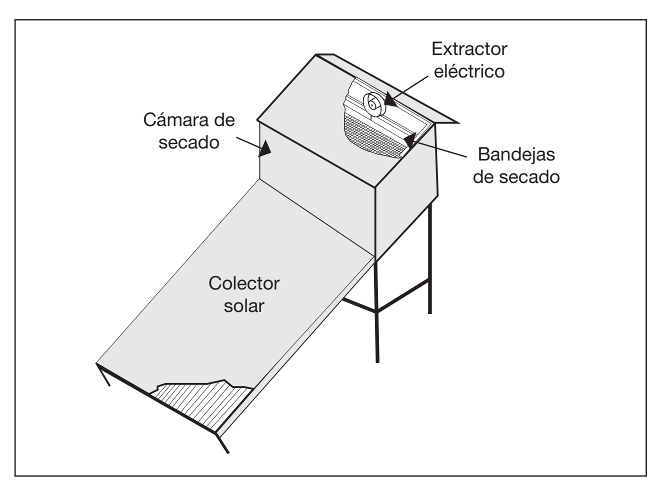
Por último, tenemos la ultrafiltración, que es un proceso de fraccionamiento selectivo utilizando presiones de hasta 145 psi (10 bares). La ultrafiltración se utiliza ampliamente en fraccionamiento proteico. Concentra sólidos en suspensión y solutos de peso molecular mayor a 1.000. El permeado contiene solutos orgánicos de bajo peso molecular y sales.

Una vez saturado un determinado filtro, se detiene el sistema y se procede a retirar el producto de la membrana y el filtro. Naturalmente, el pre-filtro es el que se satura con mayor rapidez. Después de la extracción del producto, se prosigue con el lote de jugo de asaí hasta terminarlo, siguiendo con las escalas de saturación. Una vez terminado todo el lote o unidad productiva, se realiza la extracción en cada uno de los filtros, para luego mezclar todo el producto extraído de

cada uno de los filtros. De esta manera, este producto parcial, como una pasta, ya está listo para pasar a la etapa de secado para seguir eliminando el contenido de humedad. Si es que el producto parcial no tiene consistencia de pasta y presenta apariencia acuosa, debe realizarse una evaporización en la marmita a temperaturas menores a los 70°C, hasta llegar a la consistencia deseada.

Lo anteriormente descrito es el proceso óptimo. No se pueden disponer los filtros —similares a los indicados— de la Planta Piloto de Procesos Industriales de la UAP para estas operaciones, pues éstos están dedicados al tratamiento de agua. Sin embargo, sí se realizó en la planta la experimentación, solamente con la pre-filtración manual con una membrana de 0,2 mm, obteniéndose buenos resultados, no obstante existiendo una pérdida en proteínas por la carencia de la ultrafiltración.

Figura 5. Dibujo del secador



Secado: Se puede usar correctamente la energía del sol para beneficio de la salud y para la economía familiar. Para ello, se han creado métodos o procedimientos que aseguran un buen proceso a través de aparatos especialmente diseñados. Como el proyecto tenía como finalidad transferir la tecnología a las comunidades pandinas, un secador solar resultó ser la mejor opción por su economía en inversión y costos de operación, manteniendo condiciones aceptables en cuanto a la contaminación del producto. Es importante tener en claro que estamos hablando de un secador solar y no un secado al aire libre, el cual presenta varios inconvenientes, en especial la exposición a contaminantes como polvo, insectos u otros animales.

Para la experimentación se utilizó un secador solar tipo armario, que consiste en una cámara de secado y un colector solar inclinado, unidos entre sí en la parte inferior de la cámara. En ésta se encuentran superpuestas varias bandejas de secado removibles hechas con malla enmarcada en madera. Las bandejas están protegidas por una puerta colocada en la pared trasera de la cámara. El colector está cubierto con plástico y tiene en su interior una chapa de color negro doblada en zigzag, para aumentar su superficie de intercambio de calor con el aire. El aire ambiental entra por la extremidad inferior del colector, que está cubierta por una malla mosquitero, y se calienta gradualmente hasta una temperatura de 15 a 20°C superior a la temperatura ambiental. Entra finalmente en la cámara, donde atraviesa las bandejas ejerciendo su poder secador. Un extractor eléctrico de aire en la parte superior de la cámara garantiza la buena ventilación del aparato (Ver Figura 5). Es el modelo más complejo para secar todo tipo de alimentos, especialmente aquellos que necesitan mantener un buen color y proteger sus propiedades naturales. Para evitar la pérdida de vitaminas en el producto, hay que evitar el contacto del producto con la luz solar, por lo tanto, la ubicación del secador debe ser estratégica, ubicando el colector solar en contacto con la luz solar y la cámara de secado en la sombra.



Hojas de moringa en secador solar. Fotografía: equipo de investigación.

Para conseguir el producto a ser encapsulado el tiempo de secado es de 48 hrs. Es preferible poner los productos a secar bien temprano a la mañana, para extraer la mayor cantidad de agua durante el primer día. La carga de la pasta en las bandejas es un punto delicado, porque hay que disponerla por montones de medio centímetro de espesor, de manera que existan espacios para la circulación adecuada del aire. Al finalizar el secado, se retira los productos del secadero para pasar a la siguiente operación.

Molienda: El producto seco puede transformarse en polvo usando un mortero manual, molinos de granos (de arranque manual o de motor), o simplemente frotándolo contra un cedazo fino. Siempre hay que cuidar el manejo apropiado del producto, utilizando las manos bien limpias o guantes desechables, si es que la operación es manual.

Encapsulado: Se realiza esta operación mediante una encapsuladora manual de 100 cápsulas tamaño 00. La operación consiste en tener las cápsulas separadas y esparcirlas en cada una de las placas de la máquina, de manera que quedan encajadas en cada una de las cavidades de las placas. Posteriormente, con la ayuda de una espátula, se esparce el producto en polvo por toda la placa inferior; se recicla el polvo remanente y se encaja la placa superior con fuerza, de manera que logren unirse las dos partes de las cápsulas efectivamente. Por último, se retiran las cápsulas de las placas.

Figura 6. Especificaciones de cápsula

	Tamaño 00		
000 00 0E 0 1 2 3 4	Longitud: Tapa 11,45-12,15 mm Cuerpo 19,75-20,45 mm	Longitud cerrada: 23,10-23,70 mm	Diámetro externo: Tapa 8,55-8,58 mm Cuerpo 8,22-8,25mm
	Peso de cápsula: 116-130 mg	Volumen: 1 cucharilla 5 cápsulas 1 cuchara 16 cápsulas	Contenido según densidad de producto encapsulado: 0,6 g/ml 570 mg 0,8 g/ml 760 mg 1,0 g/ml 950 mg 1,2 g/ml 1140 mg

Envasado y empaquetado: Esta última operación consiste en llenar los frascos de color ámbar etiquetados con las 100 cápsulas elaboradas, tapar y colocar el precinto de seguridad. Terminado esto se empaqueta 20 frascos en el paquete respectivo y el producto ya está listo para la distribución en farmacias.

1.5. Cápsulas de moringa en polvo

Suplemento alimenticio rico en proteína, vitaminas y minerales. Consiste en un polvo deshidratado de hojas de moringa contenido en cápsulas blandas tamaño 00 (aproximadamente de 500 mg de acuerdo a la densidad), envasadas en un frasco color ámbar con un total de cien cápsulas por frasco.

Figura 7. Etiqueta cápsulas de moringa



La moringa es una planta prodigiosa, pero lamentablemente su sabor no es muy apetecible. Por ello, una buena forma de aprovechar completamente sus propiedades, evitado saborear el producto, es consumirlo directamente en forma de cápsulas blandas. Consumiendo una de éstas junto a cada comida resulta ser un estupendo complemento para mantener una dieta completa y saludable.

a) Materia prima e insumos

La siguiente tabla resume los datos de la materia prima e insumos utilizados:

Cuadro 17. Materia prima e insumos para las cápsulas de moringa

Materia prima o insumo	Nombre científico	Tipo	Origen
Moringa	Moringa oleifera	Moringaceae	Cobija, 8 km carretera Porvenir
Estabilizante	Calboximetilcelulosa		Naturex

Fuente: Elaboración propia.

b) Descripción del proceso

Este proceso es bastante sencillo, básicamente se trata de secado, molido y envasado, pero tiene algunos parámetros importantes a seguir para lograr la preservación del gran aporte nutricional de las hojas.

Una vez que las hojas son recolectadas, se les debe quitar los tallos. Durante este procedimiento, se deben apartar todas las hojas dañadas o descoloridas y destinarlas para alimento animal o para compost, junto a los tallos y ramas apartadas. Las hojas luego son lavadas con agua limpia o en una solución de cloro muy débil (1:100) para eliminar la suciedad y los gérmenes.

Secado de las hojas: Las hojas deben secarse en un área protegida de la luz para evitar la pérdida de vitaminas y protegerlas del polvo y las plagas, de la contaminación en general. El proceso de secado debe realizarse lo más rápidamente posible para evitar el crecimiento de moho; si las hojas se enmohecen o adquieren mildiú deben desecharse o usarse como compost. Si la humedad del ambiente es alta, las hojas deben esparcirse en una capa fina y removerse con frecuencia; en casos de extrema humedad podría ser necesario utilizar deshidratadores, hornos, secadores o abanicos. Cuando las hojas se ponen tostadas y se quiebran fácilmente, entonces están secas.

Con respecto a la experimentación realizada, primeramente se estableció el porcentaje de materia seca de la moringa mediante el método de microondas. Éste consiste en lo siguiente: dos submuestras, de aproximadamente 50 gr de materia húmeda, fueron introducidas, sucesivamente, en un horno a microondas. Se utilizó un equipo Goldstar modelo MA-681 MD, 230 V - 50 Hz, de 4,0 A de intensidad a la potencia máxima de 850 W, con frecuencia de 2450 MHz. Cada muestra fue sometida a 5 ciclos de 2 minutos cada uno a potencia máxima, en presencia de un vaso de 100 ml aproximadamente, conteniendo agua destilada. El vaso de agua se incluyó para humedecer el medio y evitar la ignición de la muestra. Al finalizar cada ciclo de

2 minutos, se removió la submuestra con el fin de lograr uniformidad de secado. Simultáneamente, se descartó el agua y se reemplazó por igual cantidad, pero a temperatura ambiente, para evitar la ebullición y proyección sobre la submuestra adyacente. Al final del proceso, se pesó el remanente y se estimó el % MS por relación con el peso previo al secado. Las dos repeticiones se promediaron para obtener un solo valor por muestra igual a 70,5% (1). En consecuencia el porcentaje de humedad para las hojas frescas de moringa es 29,5%.

$$(1)\ \%\ MS = \frac{\mathrm{MS}}{\mathrm{P}_{\mathrm{fresco}}} * 100 = 70{,}5$$

MS: Materia seca

$\mathrm{P}_{\mathrm{fresco}}$: Peso hoja fresca

La experimentación se realizó en el secador solar tipo armario que ya se describió y explicó anteriormente. Para conseguir el producto a ser encapsulado, el tiempo de secado es de 48 hrs. Es preferible poner los productos a secar bien temprano en la mañana, para extraer la mayor cantidad de agua durante el primer día. Para evitar la pérdida de vitaminas en el producto, hay que evadir el contacto del producto con la luz solar, protegiendo la cámara de secado con films de plástico de color. La humedad del producto final resulto ser 8,94%, con un rendimiento de secado de 69,7% (2), según la siguiente fórmula:

$$(2)\ R = 1 - \frac{H_{final}}{(100 - \%\ MS)} * 100 = 69{,}7\%$$

$\mathrm{P}_{\mathrm{final}}$: Peso producto final
$\mathrm{P}_{\mathrm{fresco}}$: Peso hoja fresca
H_{final}: Humedad producto final

Molido de las hojas: Las hojas secas pueden transformarse en polvo usando un mortero manual, molinos de granos (de arranque manual o de motor), o simplemente frotando las hojas secas contra un cedazo fino. Una vez que las hojas secas han sido transformadas en polvo, éste se tamiza para eliminar los tallos remanentes.

El polvo de hojas de moringa debe almacenarse en contenedores herméticos protegidos del polvo, la humedad y la luz. Si el polvo no es secado o almacenado adecuadamente podría propiciar el crecimiento de mohos que podrían causar problemas, que van desde sabor desagradable hasta peligros para la salud. Si el polvo almacenado se

expone al calor o a la luz, se degrada y se reduce el contenido de nutrientes. El polvo de hojas de moringa puede almacenarse hasta por seis meses bajo las siguientes condiciones: limpieza, almacenamiento del polvo seco en contenedores herméticos, protección contra la luz y la humedad, temperaturas por debajo de los 25°C.

El proceso continúa con el encapsulado, envasado y empaquetado de forma idéntica a la de polvo de asaí. Para ver más detalle del proceso consultar en el Anexo B el cursograma sinóptico.

1.6. Mermelada fortificada de copoazú

La mermelada de copoazú se une al boom creciente del copoazú mediante un producto natural, orgánico y de larga vida. Se la envasa en frascos de vidrio tipo watts con aproximadamente 450 gr de contenido neto. Se trata de mantener la mejor calidad en el envase, la etiqueta y el contenido. Las perspectivas son llevar el sabor del copoazú a todos los hogares de Cobija, Cochabamba, La Paz y Santa Cruz.

La mermelada de copoazú es uno de los productos que más estabilidad presenta sin perder sus características organolépticas ni presentar desequilibrios que llevan a cristalización o sinéresis.

Figura 8. Etiqueta mermelada de copoazú



a) Materia prima e insumos

El siguiente cuadro resume los datos de la materia prima e insumos utilizados:

Cuadro 18. Materia prima e insumos para la mermelada fortificada de copoazú

Materia prima o insumo	Nombre científico	Tipo	Origen
Copoazú	Theobroma grandiflorum	Esterculiáceas	Porvenir, 25 km de Cobija
Gelidificante	Pectina		Maprial
Azúcar	Sacarosa		Guabirá

Fuente: Elaboración propia.

b) Descripción del proceso

Inicialmente, la intención del proyecto era desarrollar una mermelada fortificada con moringa, pero ante los resultados del análisis del extracto de moringa, que no demostró el potencial esperado, y ante los efectos negativos del extracto sobre el sabor y color de la mermelada, se prefirió preservar las buenas características del copoazú para acrecentar los factores de apreciación organoléptica, competitividad comercial y demanda potencial. Es lógico pensar que no importa si el producto tiene un alto valor nutricional si es que nadie lo quiere consumir. Por tanto, se dejó a la moringa únicamente como un polvo deshidratado encapsulado (desarrollado en la sección anterior), donde se aprovecha el 100% de sus propiedades.



Experimentación en planta piloto. Fotografía: equipo de investigación.

Finalmente, se obtuvo una mermelada de buen sabor, equilibrando un gusto acaramelado con la característica sensación ácida del copoazú, de textura carnosa y color caramelo brilloso. Está envasada con una técnica tradicional de envasado al vacío en frascos de vidrio, de manera que se logra obtener una durabilidad de al menos seis meses.

Seguidamente se detallan las operaciones para poder llegar a la elaboración del producto final. Además, en el Anexo B se encuentra el cursograma sinóptico.

Lavado y pesaje: Inicialmente los copoazús se lavan para remover toda la suciedad y evitar futuras contaminaciones del producto final. Primero se sumergen en una solución de agua y cloro, para luego enjuagarlos con abundante agua. Terminado esto, se pesan por motivos de control de rendimiento de la fruta.

Pelado: Aquí se aplicó un método propio, que consiste en tomar el copoazú con ambas manos y golpearlo con fuerza ligera contra algún borde esquinado. Sólo con aproximadamente dos golpes el copoazú queda listo para poder ser partido y retirar la pulpa interna.

Despulpado: A principios de la experimentación se trató de utilizar un proceso maquinizado en planta piloto para la operación de despulpado, pero finalmente se optó por un procedimiento manual tradicional utilizando tijeras.

Cocción: Se calienta la pulpa junto con el 10% de la cantidad total de azúcar. Cuando la mezcla alcanza los 25°Brix se adiciona la pectina mezclada con azúcar en una relación 1:5. Se calienta la mezcla con agitación continua hasta alcanzar los 40°Brix, momento en el que se adiciona la cantidad restante de azúcar. Cuando la mezcla alcanza los 65°Brix se procede al envasado.

Cuadro 19. Composición de la mermelada

% Pulpa	% Sacarosa	% Pectina	Brix finales
50	49,50	0,50	63

Fuente: Elaboración propia.

Envasado: El envasado se realiza en caliente, empacando en recipientes de vidrio con tapa *twist-off*, los cuales una vez sellados son volteados para garantizar vacío total en el envase. El producto terminado se almacena a temperatura ambiente, ya que dadas la condiciones de elaboración el producto final no requiere refrigeración.

2. Características fisicoquímicas

A continuación se presenta un cuadro de resumen con las características fisicoquímicas de los productos desarrollados:

Cuadro 20. Características fisicoquímicas

Producto	Grados brix	Densidad kg/l	Ph	% Humedad
Leche de majo fortificada con moringa	1,0	1,08	3,20	95,03
Jugo de asaí	2,0	1,06	4,81	97,75
Asaí en polvo	-	0,57	-	7,97
Moringa en polvo	-	0,53	-	8,94
Mermelada de copoazú	63,2	1,68	3,56	35,42

Fuente: Elaboración propia.

3. Valor nutricional

Entre los resultados más destacados tenemos la enorme cantidad de proteína, calcio y hierro de la moringa. También es rescatable el contenido de hierro en todas las muestras, especialmente la del asaí en polvo. Otro punto positivo es el bajo contenido de grasa del jugo de asaí; punto deseable por el perfil del consumidor.

Por otro lado, resulta algo decepcionante el contenido de proteína de la leche de majo y del asaí, quedando muy lejos de productos sustitutos como la leche de vaca, que aproximadamente tienen 3% de proteína (10 veces más que los productos en cuestión).

No se realizó el mismo análisis de vitaminas para todos los productos, ya que estos análisis son muy costosos. En este sentido, se priorizó los productos según el potencial de cada uno de ellos de acuerdo a la bibliografía.

El siguiente cuadro presenta un resumen del valor nutricional detectado a través de los análisis aplicados en los productos desarrollados:

Cuadro 21. Resumen de resultados de análisis fisicoquímicos

Parámetro	Unidad	Leche de majo	Jugo de asaí	Asaí en polvo	Moringa en polvo	Mermelada de copoazú
Proteína	%	0,34	0,22	3,77	28,72	0,53
Grasa	%	3,12	0,79	3,49	6,98	0,25
Hidratos de carbono	%	1,31	1,10	83,68	46,21	63,49
Valor energético	kcal/100g	34,68	12,39	381,21	362,54	258,33
Cenizas	%	0,20	0,14	1,09	9,15	0,31
Calcio	mg/100g	6,53	6,70	98,61	1568,78	9,71
Hierro	mg/100g	0,53	0,25	7,95	28,66	0,71
Fósforo	mg/100g	41,48	32,96	294,34	312,16	84,58
Vitamina C	mg/100g	--	--	--	174	--

Fuente: Centro de Alimentos y Productos Naturales de la UMSS y Centro de Investigaciones Químicas.

3.1. Comparación y calificación del valor nutricional

Para realizar esta comparación y calificación utilizamos la siguiente formula de propia creación:

$$Calif. = \frac{(Factor\ Proteína + \sum Factor\ Minerales + Factor\ hidratos\ de\ carbono) * humedad * 4}{Calif.\ Máxima.}$$

Para explicar la fórmula, diremos que la multiplicación por la humedad cumple el rol de factor de homogeneidad de formatos, ya que no se puede comparar líquidos con sólidos. La calificación máxima es obtenida por comparación de los resultados, de manera que resulta un artilugio matemático para que las calificaciones estén comprendidas entre 0 y 4. Cada factor es calculado según la siguiente fórmula:

$$Factor = \frac{Valor\ en\ la\ muestra}{Valor\ referencial} * \text{porcentaje e importancia}$$

Los valores de la muestra se encuentran en el Cuadro 21. El porcentaje de importancia está dado según el estudio de mercado que se elabora más adelante y el valor referencial está detallado en el siguiente cuadro de valores referenciales de productos típicos con alto valor nutricional.

Cuadro 22. Valores referenciales[2]

Producto referencial	Unidad	Valor Promedio
Proteína en la leche de vaca	%	3,5
Valor energético en el chocolate de leche	kcal/100g	550
Calcio en la leche de vaca	mg/100g	150
Hierro en la carne	mg/100g	2
Fósforo en el pescado	mg/100g	142
Vitamina C en la naranja	mg/100g	50

Los resultados son registrados en la matriz de jerarquización de productos. Cabe señalar que no se aplicó un factor de vitaminas o antioxidantes porque estos análisis no fueron completos para todos los productos; se tuvo que priorizar según la bibliografía, por cuestiones de disponibilidad de tecnología y presupuesto.

3.2. Actividad antioxidante del jugo de asaí

El jugo de asaí fue sometido a un análisis de espectrofotometría mediante tres métodos (FRAP, ABTS y DPPH) para determinar su capacidad antioxidante total. Dichos métodos fueron realizados en el Centro de Estudios e Investigaciones en Química de Alimentos de la Universidad Mayor de San Andrés.

Cuadro 23. Capacidad antioxidante total

Método	Unidad de medida	Promedio	Desviación estándar
FRAP	µmol/L	1905,3	106,6
ABTS	µmol/L	1219,8	54,2
DPPH	µmol/L	23,3	7,4

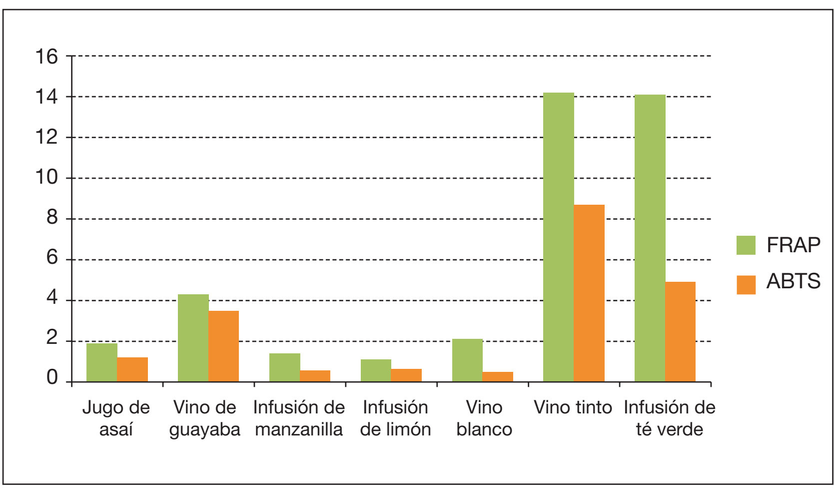
Fuente: Centro de Estudios e Investigaciones en Química de Alimentos, UMSA.

2 Los datos fueron recolectados de las siguientes fuentes: http://www.gentenatural.com/medicina/dietas/calvalor.htm; http://despertardelacosta.com/noticias/?p=88673; http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art90/sep_art90.pdf; http://www.cun.es/area-salud/salud/nutricion-salud/vitamina-c-acido-ascorbico; y http://www.google.com.bo/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=11&ved=0CC4QFjAAOAo&url=http%3A%2F%2Fwww.enciclopediasalud.com%2Fcategorias%2Falimentacion%2Farticulos%2Fla-leche%2F&ei=agFBUdSLI-6v0AGbmICIDQ&usg=AFQjCNFICaizddOrKCEhdHsPhvoWcWEh4g&sig2=xWwuEFyzWH8Hc-6HxACj_w&bvm=bv.43287494,d.dmQ

En el cuadro se pueden ver los resultados y en la figura abajo se presenta una comparación con otros productos en estado líquido, semejante a la muestra, incluyendo al vino tinto y el té verde, que son los alimentos antioxidantes por excelencia.

Como se puede ver, los resultados no fueron los esperados, ya que se anticipaba mayor capacidad antioxidante, quedando la muestra muy lejos del vino tinto e igualándose con el vino blanco. Pero todavía estos resultados no son totalmente concluyentes, porque existe otro indicador para definir a un alimento antioxidante, que es el de determinación de fenoles totales (FT), y de acuerdo al análisis sensorial de aroma se detectó un potente aroma fenólico.

Figura 9. Comparación de actividad antioxidante



Fuente: www.scielo.org.ve/pdf/alan/v58n3/art14.pdf

3.3. Proteína digestible

Se realizó este análisis para los dos productos con mayor potencial proteico según bibliografía: la moringa y la leche de majo. Por un lado, se obtuvieron muy buenos resultado para las hojas de moringa, con un 74% de digestibilidad. Los resultados fueron nulos para la leche de majo.

A continuación se detalla los resultados de las hojas de moringa deshidratadas:

Cuadro 24. Proteína digestible

Parámetro	Unidad	Valor
Proteína total	%	24,94
Proteína digestible (en pepsina)	%	18,44
Digestibilidad de la proteína	%	73,94

Fuente: Centro de Alimentos y Productos Naturales de la UMSS.

3.4. Vitaminas en el asaí

Mediante un análisis de *screening* de vitaminas hidrosolubles se tuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 25. Análisis de *screening* de vitaminas hidrosolubles para el jugo de asaí

Vitamina ensayada	Resultado	Vitamina ensayada	Resultado
Vitamina H	Negativo	Vitamina C	Negativo
Vitamina M		Niacin	Negativo
Vitamina B1	Posible	Nicotinamida	Posible
Vitamina B2	Inconcluso	D-ácido	Negativo
Vitamina B6		Vitamina B12	Negativo

Fuente: CIQ SRL.

4. Análisis de durabilidad

El análisis de durabilidad es delicado en cuanto al jugo de asaí y la leche de majo. Dicho análisis consistió en el estudio de 25 pruebas de distintas características (consultar Anexo B para ver tabla de resultados y detalles de las pruebas). A medida que evolucionan las pruebas se utilizan mayores factores antidegradantes buscando la máxima durabilidad, pero siempre cumpliendo con las dosis máximas de los conservantes y cuidando de que éstos no alteren el sabor del producto. Es por esta última razón que se restringió la dosis de sorbato de potasio en el asaí, ya que creaba fácilmente un sabor picante al tragar el jugo. En resumen tenemos el siguiente cuadro de resultados:

Cuadro 26. Resultados de durabilidad

Producto	Benzoato de sodio	Sorbato de potasio	Durabilidad sin refrigeración en días	Durabilidad con refrigeración en días	Calificación*
Jugo de asaí	0,1%	0,04%	28	40	0,4
Leche de majo	0,1%	0,15%	28	44	0,5

*Calif = Durabilidad en meses *4/12 meses
Fuente: Elaboración propia.



Muestras de jugo de asaí y leche de majo. Fotografía: equipo de investigación.

Según Enric Riera (2004), los productos deshidratados tienen una durabilidad de uno a dos años (Calif. = 4), y de acuerdo a Hernández/ Barrera (2004) las mermeladas envasadas al vacío tienen una duración de al menos seis meses (Calif. = 2). Por la duración del proyecto no se pudo constatar estos datos.

5. Almacenamiento y transporte

Para una explicación concreta y clara, lo mejor es sistematizar los datos en el siguiente cuadro:

Cuadro 27. Almacenamiento y transporte

Producto	Materia Prima		Producto Terminado	
	Almacenamiento	Transporte	Almacenamiento	Transporte
Leche de majo	Para una mayor durabilidad, mantener congelada la fruta a -30°C	Transportado en saquillos de 50 kg por medio de camión	Mantener refrigerado entre 1 y 6°C	Transportado en cajas de media docena por medio del camión distribuidor
Jugo de asaí				
Cápsulas de moringa	Almacenar a temperatura ambiente en un lugar seco, preferible un lugar con poca luz	Transportado en saquillos por medio de camión. Se debe evitar largos periodos de tiempo en los saquillos (>12 Hrs.), si bien las materias primas son resistentes, la alta humedad de la región puede ser perjudicial	Almacenar a temperatura ambiente en un lugar seco	Transportado en cajas de docena por medio del camión distribuidor
Cápsulas de asaí	Mantener congelada la fruta a -30°C			
Mermelada de copoazú	Una vez despulpado, se debe mantener congelado a -30°C		Almacenar a temperatura ambiente. Una vez abierto necesita refrigeración	Transportado en cajas de media docena por medio del camión distribuidor

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO CUATRO

Estudio de mercado

Para poder conocer adecuadamente el mercado fue necesario hacer una encuesta, esa fue la primera parte. Luego se hizo una investigación de los proveedores y su capacidad de abastecimiento. Para terminar, se analizó la competencia, especialmente los precios y la presentación por simple observación.



Encuestas de apreciación organoléptica. Fotografía: equipo de investigación.

1. Encuestas y resultados. Población objetivo y tamaño de la muestra

El estudio constó de dos partes. La primera fue un estudio de la población de la ciudad de Cobija, y la segunda englobó a las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz. Estas últimas claramente presentan

características diferentes entre sí, como ser el grado de conocimiento de los productos y/o frutas amazónicas, como también los hábitos de compra y consumo.

Fue importante definir el mercado objetivo para cada uno de los productos desarrollados, de manera de poder proseguir con el estudio respectivo. En forma de resumen, a continuación se designa el mercado objetivo para cada producto, según justificaciones lógicas dadas dentro de un debate del equipo de investigación, lo que facilitó la investigación:

Cuadro 28. Mercados objetivos

#	Producto	Mercado objetivo	Justificación de exclusión de mercado
1	Jugo de asaí	Cobija, La Paz y Cochabamba	
2	Leche de majo	Cobija	La leche de majo se comercializará sólo en Cobija, debido a que en las demás ciudades la competencia de productos sustitutos como la leche de vaca o soya es muy fuerte, brindando aportes semejantes (proteína y calorías), con mayor calidad a menor precio.
3	Asaí en cápsulas	La Paz y Cochabamba	La versión de asaí en cápsulas tiene la ventaja de pesar menos, por tanto, presenta un menor costo de transporte; así, es más indicada para ser transportada a otras ciudades del país.
4	Moringa en cápsulas	Cobija, La Paz y Cochabamba	
5	Mermelada de copoazú	Cobija, La Paz y Cochabamba	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 29. Parámetros de cálculo de tamaño de muestra

Margen de error que estarías dispuesto a aceptar	8%
Nivel de confianza	90%
Tamaño del universo a encuestar:	5.691
Nivel de heterogeneidad	50%
El tamaño muestral recomendado es:	104

Fuente: Cálculo basado en una distribución normal, usando script de raosoft.

Para determinar el tamaño del universo a encuestar utilizamos, en ambos casos (Cobija/Sta Cruz-Cbba-La Paz), el dato de número de viviendas, ya que los productos desarrollados son familiares, es decir, que el comprador generalmente es una persona (usualmente el jefe de familia) que busca compartir el producto con toda su familia en su respectiva vivienda. Por tanto, se establece la relación que supone que cada familia corresponde a una vivienda.

1.1. Cobija

Según el INE, en el censo del 2001, la ciudad de Cobija tenía 5.188 viviendas (familias). Además, la tasa de crecimiento intercensal en el área urbana de Pando 1992-2001 es igual a 7,92%. Este último dato interpolado a once años es igual a 9,68%, por tanto, el tamaño del universo a encuestar resulta ser 5.691 viviendas. Con este dato, otros parámetros detallados en el Cuadro 29 y el cálculo basado en una distribución normal, se determinó que el tamaño de muestra recomendado es de 104 encuestas.

Para esta población se preparó tres encuestas organolépticas, según el producto desarrollado (jugo se asaí, leche de majo y mermelada de copoazú), de cinco preguntas cada una. Se trata de cuestionarios muy similares entre sí y sencillos de contestar. Como se trata de pruebas de degustación, la encuesta fue directa-presencial.

Una vez realizadas las encuestas, se tuvieron los resultados sobre los que pasamos a elaborar, mediante un análisis de frecuencias y/o descriptivo, según requirieron los datos de las respuestas. Primeramente mostraremos los resultados para el jugo de asaí, luego para la leche de majo y, por último, para la mermelada de copoazú.

a) Demanda potencial: jugo de asaí

La demanda potencial se la puede dividir en dos. Por una parte está la demanda potencial activa, que comprende a las familias que consumen regularmente asaí y que en consecuencia podrían comprar el producto. Por otra parte, está la demanda potencial pasiva, que definiremos como las familias que no consumen el asaí, pero a las que nuestro producto les pareció excelente según la percepción organoléptica, existiendo por tanto gran probabilidad de que compren nuestro producto.

Figura 10. Frecuencias. ¿Su familia consume jugo de asaí?

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Según esta figura, 53% de la población de Cobija consume asaí regularmente. La Figura 11 muestra las frecuencias de compra de asaí, marcando el período de dos veces al mes como la mayor frecuencia. Con estos datos y el valor de la demanda media por familia, que es igual a 2,354 litros al mes (Cuadro 30), podemos establecer una estimación de la demanda potencial activa media. Para ello, multiplicamos la demanda media por familia, por la población de familias de la ciudad de Cobija que consume asaí (53%), teniendo como resultado 7.100 litros de asaí al mes. Cabe indicar que en el proceso de encuestado tuvo que tenerse mucho cuidado con las respuestas de la pregunta de período de compra, ya que los formatos o cantidades presentan bastante variabilidad, por lo que el encuestador tuvo que adaptar la respuesta al formato de litro.

Figura 11. Frecuencias.
¿Cada cuánto compra jugo de asaí?

8 litros al mes
4 litros al mes
2 litros al mes
1 litro al mes
1/2 litro al mes

3,8%
9,6%
20,2%
10,6%
8,7%

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Cuadro 30. Estadísticos descriptivos para el jugo de asaí

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
¿Cada cuánto compra un recipiente de jugo de asaí? (Sólo consumidores – 53%)	104 55	0 ½ l/mes	8 l/mes	1,245 l/mes 2,354 l/mes	1,8486
¿Qué calificación le da al producto?	104	2	4	3,42	0,602
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto? (Bs.)	104	10	40	23,94	6,71
N válido (según lista)	104				

Fuente: Elaboración propia con SPSS.

Para el resultado de la demanda en potencia, tenemos el dato en el Cuadro 31 del porcentaje de familias que no consumen asaí, pero que calificaron al producto con un cuatro dentro la pregunta de percepción organoléptica. Ese porcentaje es igual a 14,4% (15/104), que representa a 821 familias en su totalidad. Suponiendo un consumo mínimo considerable para esta demanda (1/2 litro al mes), estimamos que la demanda potencial pasiva puede llegar a ser 410 litros mensualmente.

Cuadro 31. Tabla de contingencia.
¿Su familia consume jugo de asaí? vs ¿Qué calificación le da al producto?

		¿Del 1 al 4, qué calificación le da al producto?			Total de familias
		2/4	3/4	4/4	
¿Consume jugo de asaí? (número de familias)	No	6	28	15 (14,4%)	49
	Sí	0	20	35	55
Total de familias		6	48	50	104

Fuente: Elaboración propia con SPSS.

Calificación organoléptica jugo de asaí. El Cuadro 31 también nos muestra que la calificación media que recibió nuestro producto después de la degustación es igual a 3,42 sobre 4 solamente en la ciudad de Cobija, con una desviación típica de 0,6. Por otro lado, en la ciudad de La Paz se recibió una puntuación de 3,16/4, y en la ciudad de Cochabamba de 3,05/4, tras treinta degustaciones en cada ciudad. El resultado, como se esperaba, resultó ser mayor en la ciudad de Cobija, por la simple razón de que las personas están más habituadas al producto. En todo caso, los resultados de las dos importantes ciudades del país no son nada malos: en promedio la calificación es de 3,12/4, con una desviación estándar de 0,7.

Disposición de pago jugo de asaí. Siguiendo con la encuesta del jugo de asaí, a cada encuestado se le mostró el producto final y se le preguntó cuánto estaría dispuesto a pagar. La disposición de pago con más frecuencia fue Bs. 25 (ver Figura 12). Como media se tuvo Bs. 23,94 (ver Cuadro 30). Estos resultados son elevados y quieren decir que la presentación tuvo su efecto y que se podrá sorprender al cliente con precios más bajos. Es necesario señalar que las respuestas con precios elevados (Bs. 30 - Bs. 40) corresponden a personas que no consumen asaí y que no conocen un precio referencial.

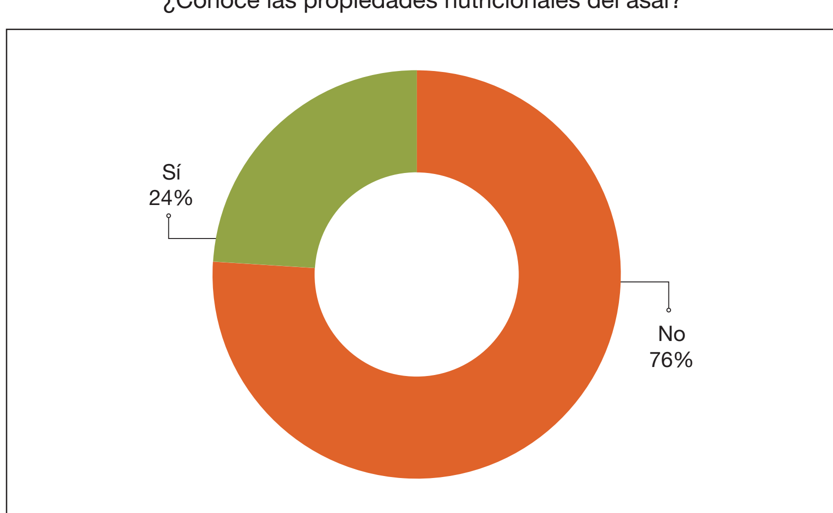
Figura 12. Frecuencias.
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto?

Frecuencias %
40
30
20
10
0
Precios
10 Bs.
15 Bs.
20 Bs.
25 Bs.
30 Bs.
35 Bs.
40 Bs.

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Grado de conocimiento de propiedades del asaí. Solamente 24% de las personas encuestadas conocía algo de las propiedades nutricionales del asaí (ver Figura 13). Esto denota que se necesita campañas de información y marketing para subir este porcentaje y poder crecer la demanda potencial.

Figura 13. Frecuencias.
¿Conoce las propiedades nutricionales del asaí?



Fuente: Elaboración propia en SPSS.

b) Demanda potencial: leche de majo

De acuerdo a la Figura 14, el 40% de la población consume leche de majo usualmente. De los consumidores, 33% consume 4 litros al mes como frecuencia más elevada, siendo la media 2,83 litros al mes por familia. Realizando los mismos cálculos que en el caso del jugo de asaí, tenemos que la demanda potencial activa media es igual a 6.442 litros de leche de majo al mes (ver Figuras 14 y 15, y Cuadro 32).

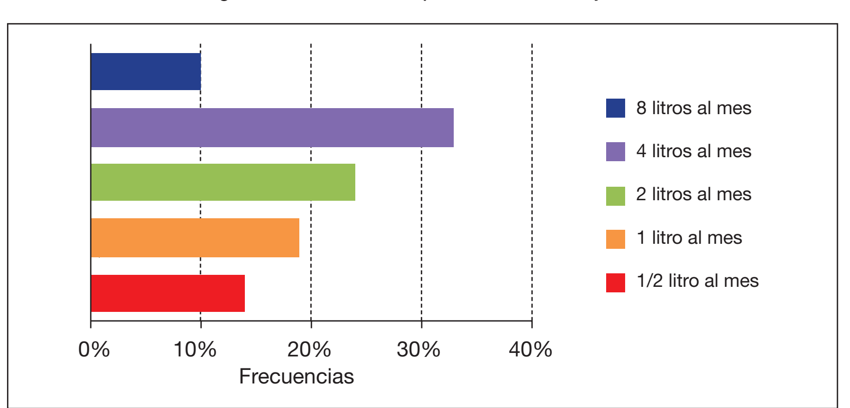
Figura 14. Frecuencias.
¿Su familia consume leche de majo?

Sí
40%

No
60%

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Figura 15. Frecuencias.
¿Cada cuánto compra leche de majo?



Fuente: Elaboración propia en SPSS.

El porcentaje de familias que no consumen leche de majo, pero calificaron al producto con un cuatro, es igual a 15,4%, que el estimado representa una demanda potencial pasiva de 438 litros al mes.

Calificación organoléptica leche de majo. El Cuadro 32 nos muestra la calificación media que recibió nuestro producto después de la degustación, siendo igual a 3,25 sobre 4, con una desviación típica de 0,65.

Cuadro 32. Estadísticos descriptivos para leche de majo

	N	Mínimo l/mes	Máximo l/mes	Media l/mes	Desv. típ.
¿Cada cuánto compra leche de majo?	104 42	,0 ½	8,0	1,144 2,833	1,9542
¿Qué calificación le da al producto?	104	2	4	3,25	0,650
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto? (Bs.)	104	10	40	22,60	8,21
N válido (según lista)	104				

Fuente: Elaboración propia con SPSS.

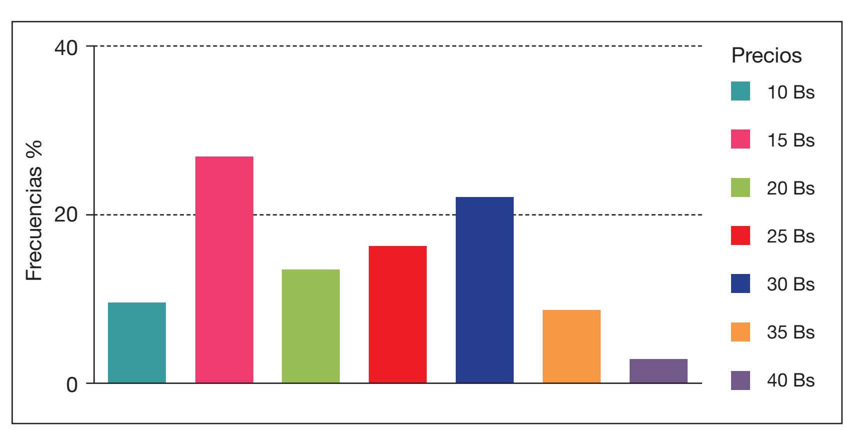
Cuadro 33. Tabla de contingencia.
¿Su familia consume leche de majo? vs ¿Qué calificación le da al producto?

		Calificación del 1 al 4			Total (familias)
		2/4	3/4	4/4	
¿Su familia consume leche de majo? (Número de familias)	No	11	35	16	62
	Sí	1	19	22	42
Total (familias)		12	54	38	104

Fuente: Elaboración propia con SPSS.

Disposición de pago leche de majo. La disposición de pago con más frecuencia fue Bs. 15 (ver Figura 16). Como media se tuvo Bs. 22,60 (ver Cuadro 32). Nuevamente, un resultado sobrevalorado. En este caso también sucede que las respuestas con precios elevados (Bs. 30 – Bs. 40) provienen de personas que no consumen leche de majo y no conocen un precio referencial.

Figura 16. Frecuencias.
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto (majo)?



Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Grado de conocimiento propiedades del majo. Apenas 12% de las personas encuestadas conoce algo de las propiedades nutricionales del majo (ver Figura 17). Esto significa que se necesitan campañas de información y marketing para subir este porcentaje y poder hacer crecer la demanda potencial. Esto también nos puede decir que la población de Cobija no está informada sobre los parámetros para una buena alimentación.



Proceso de encuestado. Fotografía: equipo de investigación.

Figura 17. Frecuencias.
¿Conoce las propiedades nutricionales del majo?

Sí
12%

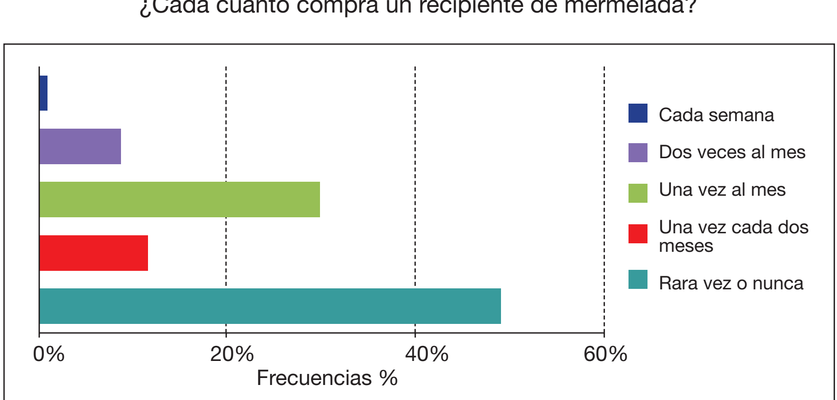
No
88%

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

c) Demanda potencial: mermelada de copoazú

49% de la población de Cobija consume mermelada, de cualquier sabor, regularmente. En este caso, existe mucha variabilidad en el peso neto del producto, que oscila entre 200 y 550 gr, calculando una media aproximada tenemos 375 gr por recipiente o envase. La Figura 18 presenta las frecuencias del periodo de compra de un recipiente de mermelada, siendo la respuesta más frecuente que las familias compran un recipiente de mermelada al mes. Como media tenemos 1,113 recipientes de mermeladas al mes. Tomando la aproximación de promedio de 375 gr y el porcentaje de familias consumidoras de mermelada (49%), se calcula la estimación de la demanda potencial total (todos los sabores) que es igual a 1.164 kg de mermelada al mes.

Figura 18. Frecuencias.
¿Cada cuánto compra un recipiente de mermelada?



Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Particularmente, la demanda potencial de la mermelada de copoazú corresponde a las familias que tienen el hábito de comprar mermelada y que calificaron con un cuatro a nuestro producto: representan 37,5%. Siguiendo la misma metodología que para la demanda potencial total, el resultado es 890 kg de mermelada al mes.

Calificación organoléptica del jugo de mermelada de copoazú. El Cuadro 34 exhibe la calificación media que recibió nuestro producto después de la apreciación organoléptica, siendo igual a 3,62 sobre 4, con una desviación típica de 0,527. Esta es la calificación más alta de todos los productos desarrollados.

Cuadro 34. Estadísticos descriptivos para la mermelada de copoazú

	N	Mínimo (rec/mes)	Máximo (rec/mes)	Media (rec/mes)	Desv. típ.
¿Cada cuánto compra un recipiente de mermelada?	104 51	0,0 0,5	4,0	0,567 1,113	0,7141
¿Qué calificación le da al producto?	104	2	4	3,62	0,527
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto? (Bs.)	104	10	25	16,54	4,24
N válido (según lista)	104				

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Disposición de pago mermelada. La disposición de pago con más frecuencia fue Bs. 15 (ver Figura 19). Como media se tuvo Bs. 16,54 (ver Cuadro 34). Este valor está más ajustado al valor verdadero de una mermelada de este estilo. En este caso deberemos ajustar los costos para entrar dentro de este margen, pero esto ya lo veremos en el siguiente capítulo. En el eje central tenemos un precio promedio de Bs. 15,6, por debajo del precio estimado verdadero.

Figura 19. Frecuencias.
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el producto (mermelada)?

Fuente: Elaboración propia en SPSS.

d) Demanda potencial: cápsulas de moringa

Tenemos el dato concreto de las personas que consideran muy interesante a la moringa y que comprarían el producto inmediatamente o en un tiempo (22/75 = 29,3%; ver Cuadro 35), obteniendo una demanda potencial de 3.004 frascos al mes.

Cuadro 35. Frecuencias. ¿Cuán interesante es la moringa para usted?

	Grado de calificación	Frecuencia
¿Cuán interesante es la moringa para usted?	1	11
	2	14
	3	22
	4	28
	Total	75

Fuente: Elaboración propia con SPSS.

1.2. Eje Central

En los siguientes cuadros se presentan los datos requeridos para la realización del cálculo del tamaño de muestra, para llevar a cabo las encuestas en el eje central del país. Como resultado tenemos que el tamaño muestral recomendado es de 271 encuestas.

Cuadro 36. Datos de población

Ciudad	Población de viviendas censo 2001	Tasa anual de crecimiento intercensal 1992-2001	Proyección de población de viviendas 2012	Porcentaje
La Paz	221.126	4,23%	230.480	35,15
Cochabamba	135.792	4,21%	141.509	21,58
Santa Cruz de la Sierra	270.384	4,90%	283.633	43,26
Total	627.302		655.622	100

Fuente: INE.

Cuadro 37. Parámetros de cálculo de tamaño de muestra

Margen de Error que estarías dispuesto a aceptar	5%
Nivel de confianza	95%
Tamaño del universo a encuestar:	655,62
Nivel de heterogeneidad	50%
El tamaño muestral recomendado es:	271

Fuente: Cálculo basado en una distribución normal, usando script de raosoft.

Para este caso se optó por utilizar medios electrónicos para realizar la encuesta, esto es, una encuesta online que nos permitió conducir un estudio rápido, económico y sin influencia del encuestador. Se realizaron 165 encuestas de esta manera y 106 encuestas de manera física por entrevista.

Sistematizando y analizando las respuestas al cuestionario realizado tenemos los siguientes resultados:

Grado de conocimiento de las materias primas. Como era de esperarse, la materia prima más conocida es el copoazú y la menos conocida la moringa. Pero tenemos un resultado algo inesperado: la leche de majo es más conocida que el asaí. Sin embargo, se debe prestar atención a este dato, ya que el grado de conocimiento para el majo, el asaí y la moringa resulta ser muy bajo (está por debajo del 25%), lo cual nos convoca a realizar fuertes campañas de información y promoción.

Figura 20. Grado de conocimiento del producto

Moringa
4,8%

Asaí
15,1%

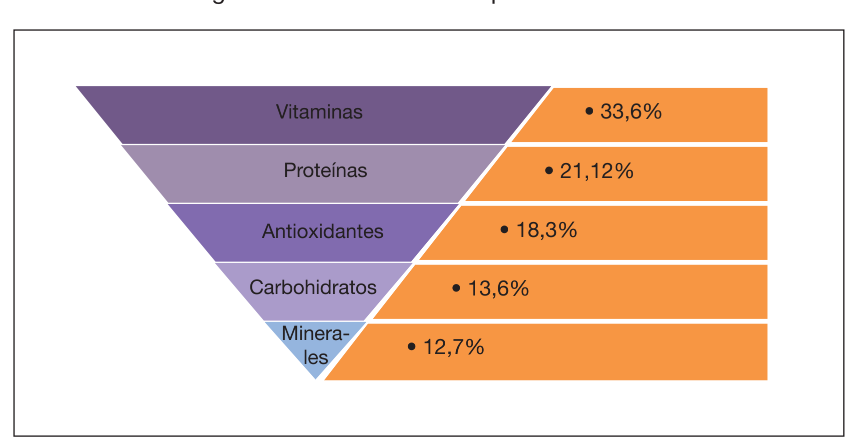
Leche de majo
18,4%

Copoazú
49,4%

Fuente: Elaboración propia.

Preferencia de aporte nutricional en un suplemento alimenticio. Las vitaminas tienen el primer lugar de preferencia con respecto al aporte nutricional, seguidas de la proteína y de los antioxidantes. Los productos que se vienen desarrollando son alimentos completos, pero sus puntos fuertes coinciden con las respuestas más frecuentes. Estos resultados también nos indican que debemos promocionar preferentemente las vitaminas, la proteína y los antioxidantes. Hubo otras respuestas minoritarias indicando preferencia por los ácidos grasos omega 3.

Figura 21. Priorización del aporte nutricional



Fuente: Elaboración propia.

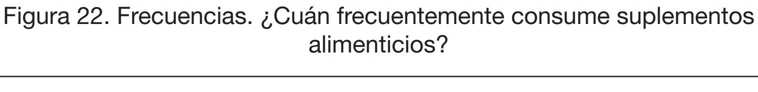
Preferencia de formato. 73,9% (Calif.: 3/4) prefiere consumir un producto en formato líquido (siempre y cuando el sabor no sea desagradable), y el complemento (26,1%; Calif.: 1/4) lo prefiere en polvo encapsulado.

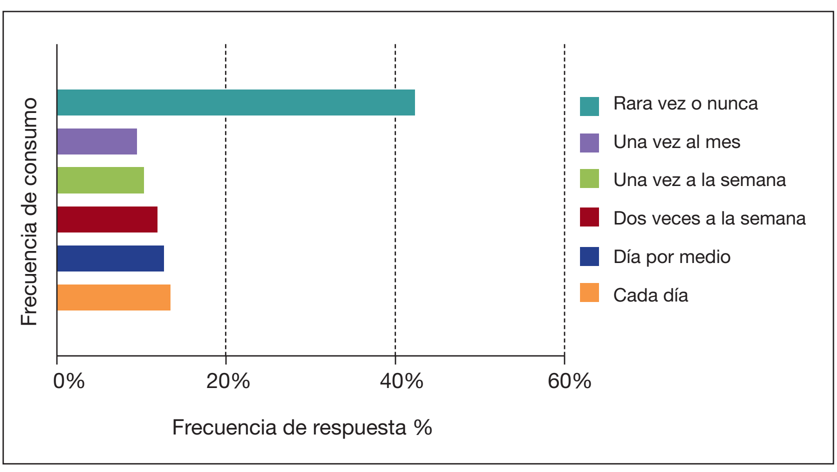
Demanda potencial de suplementos alimenticios. 42% de las respuestas señalan a que no se consume ningún alimento como suplemento en la dieta cotidiana (ver Figura 22). Sacando un promedio aproximado del consumo de suplementos alimenticios del restante 58% de los encuestados, tenemos un consumo estimado de tres veces por semana.

a) Demanda potencial: jugo de asaí

Tomando el dato del consumo promedio de 7,38 dosis al mes y considerando una dosis mínima estimada de 0,2 l (un vaso), el porcentaje que prefiere el producto líquido (73,9%) y el 39,1% de las respuestas que consideran muy interesante al asaí, tenemos que la demanda potencial estimada para el jugo de asaí es de 237.547 litros al mes en todo el eje central del país.

Demanda potencial = Población * Consumo promedio * mínima * Preferencia líquido * Percepción muy interesante =
*655.622*0,739*0,2*0,391*7,38*=279,744 litros al mes


Figura 22. Frecuencias. ¿Cuán frecuentemente consume suplementos alimenticios?



Fuente: Elaboración propia en SPSS.

b) Demanda potencial productos en cápsula

Este es un caso diferente, respecto al cual *consideraremos que el consumidor seguirá la dosis recomendada de seis cápsulas diarias (1,8 frascos de 100 cápsulas al mes).* Con este dato, el porcentaje de respuestas que consideran muy interesante al asaí y la preferencia por el producto en polvo, tenemos que la demanda potencial estimada para el asaí en cápsulas es de 120,437 frascos al mes en todo el eje central del país.

Para el caso de la moringa, hacemos lo semejante, solamente cambia el dato del porcentaje de calificación "muy interesante" teniendo como resultado 140,912 frascos al mes en el eje central.

Cuadro 38. Frecuencias. En una escala del 1 al 4, donde 4 es "muy interesante" y 1 es "nada interesante"

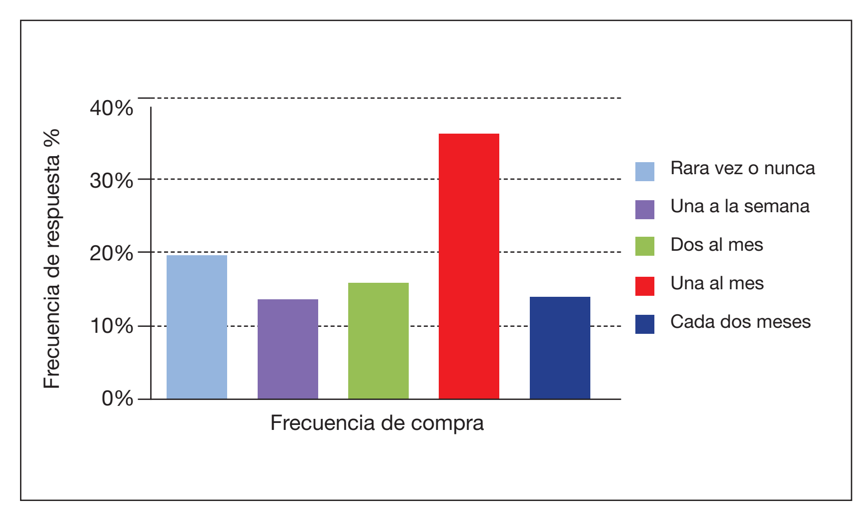
	4	3	2	1	Media Aritmética
¿Cúan interesante es el asaí para usted?	39,10%	40,80%	13,98%	6,11%	3,13
¿Cúan interesante es la moringa para usted?	55,79%	24,03%	10,20%	9,98%	3,26

Fuente: Elaboración propia.

c) Demanda potencial: mermelada de copoazú

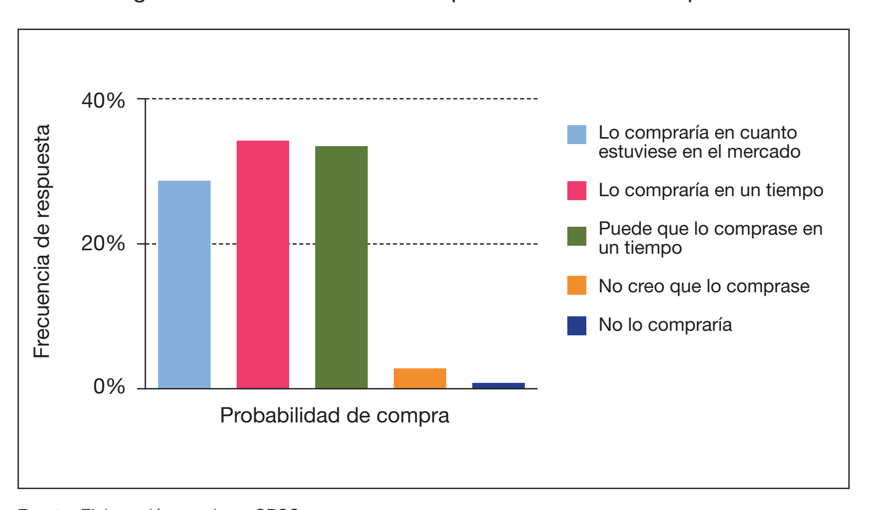
19,8% de la población en el eje central no consume mermelada regularmente. Como ya vimos anteriormente, estimamos el contenido por envase en 375 gr. La Figura 23 presenta las frecuencias del periodo de compra de un recipiente de mermelada, siendo la respuesta más frecuente las familias que compran un recipiente de mermelada al mes. Como media tenemos 1,62 recipientes de mermeladas al mes, entre los consumidores. Tomando la aproximación de promedio de 375 gr y el porcentaje de familias que presentan alta probabilidad de compra (33,6%), se calcula la estimación de la demanda potencial en 133.825 kg de mermelada de copoazú al mes.

Figura 23. Frecuencia de consumo de mermeladas



Fuente: Elaboración propia en SPSS.

Figura 24. Probabilidad de compra. Mermelada de copoazú



Fuente: Elaboración propia en SPSS.

1.3. Demanda potencial: Cobija y Eje Central. Resumen

En el acápite anterior se detalló los cálculos de la demanda potencial para cada uno de los productos desarrollados. A continuación se presenta una tabla resumen de los resultados:

Cuadro 39. Resumen demandas estimadas

Producto	Unidad	Demanda Potencial Cobija	Demanda Potencial Eje Central	Total	Calif.
Jugo de asaí	Litros al mes	7.510	237.547	245.057	3,3
Leche de majo	Litros al mes	6.880		6.880	0,1
Cápsulas de moringa	Frascos de 100 cápsulas al mes	3.004	140.912	143.916	0,9
Asaí en polvo	Frascos de 100 cápsulas al mes		120.437	120.437	1,6
Mermelada de copoazú	Frascos de 450 g	1.978	297.389	299.367	4,0

Fuente: Elaboración propia.

Los espacios en blanco denotan que no existe objetivo en las respectivas asignaciones producto-mercado, cuya justificación ya fue explicada anteriormente.

Como ya lo hemos venido haciendo, debemos calificar la demanda de cada producto, por lo cual proponemos otra fórmula:

$$Calif = \frac{Demanda\ Total}{Demanda\ máxima} * 4$$

2. Proveedores. Competencia. Precios. Maquinaria

2.1. Proveedores

Primeramente, es importante recordar que los proveedores elegidos por la investigación son los productores que comercializan sus productos en el mercado de abasto en la ciudad de Cobija. Este sector sería el beneficiario indicado para la transferencia de tecnología y/o el mejoramiento de sus productos actuales, debido a que son personas emprendedoras, con actividad comerciante; personas que, con apoyo, pueden mejorar su condición de vida.

Por tanto, es importante analizar la disponibilidad de la materia prima de los productos desarrollados. El análisis de proveedores, para

el primer año, se puede resumir en el siguiente cuadro (se consideraron proveedores que ya comercializan su producto en el mercado y tienen experiencia suficiente):

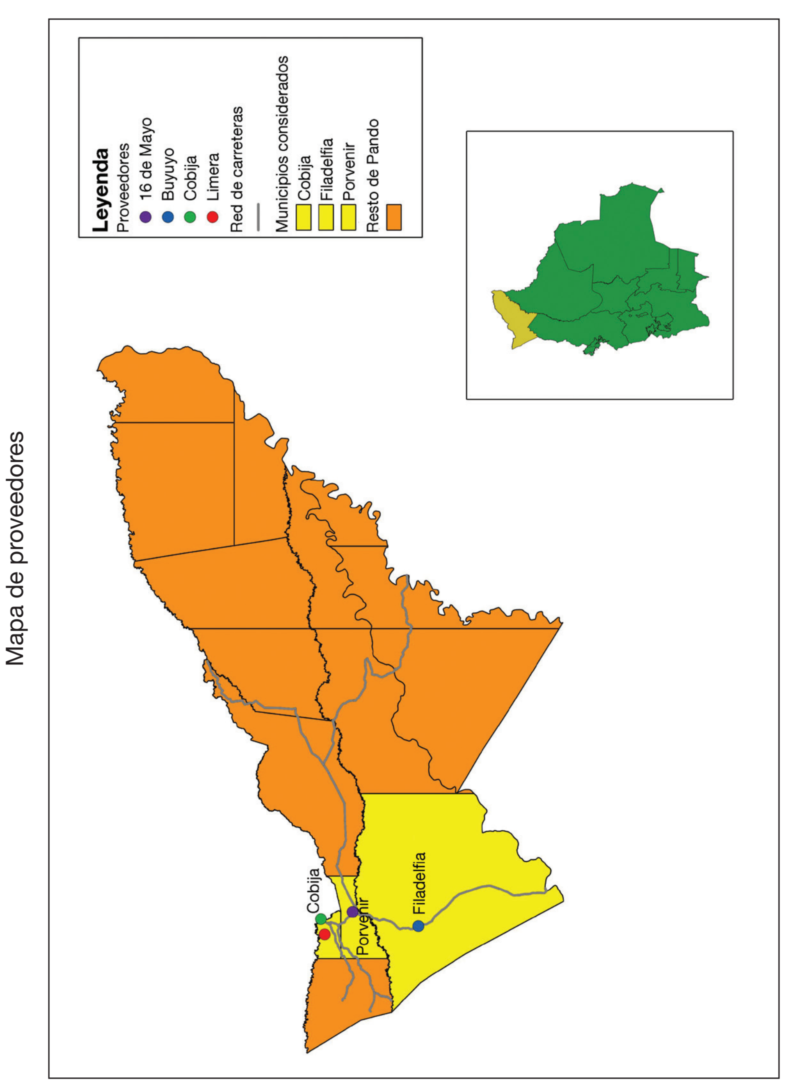
Cuadro 40. Proveedores, capacidad y requerimiento

MP insumo crítico	Nombre	Comunidad/ Localidad	Capacidad Apróx. kg/mes	Requerimiento de arranque kg/mes	Calif.
Asaí	Andre Tati	16 de Mayo (a 29 km de Cobija - carretera Puerto Rico)	180	4.841 jugo	0
	Carmen Aradiez	Buyuyo	200	1.011 cápsulas	4
	Ronulfo Roja	Bubuyo (80 km a Chive)	240		
	Elizabeth Cuéllar	16 de Mayo	300		
Majo	Andre Tati	16 de Mayo	430	201	4
	Edita Tabo	Buyuyo	300		
	Carmen Aradiez	Buyuyo	300		
	Ronulfo Roja	Buyuyo	240		
	Elizabeth Cuéllar	16 de Mayo	160		
Copoazú	María Hurtado de Gómez	Limera (a 17 km de Cobija - carretera Puerto Rico)	2.500 (km/ mes)	8.015	1
	Elizabeth Cuéllar	16 de Mayo	1.000 (km/ mes)		
Moringa	Sergio Condori	Cobija (km 8 carretera Porvenir	133 km/Ha	654	3

Fuente: Elaboración propia.

En la calificación se consideró la razón entre capacidad y requerimiento (detallado en el Cuadro 39), tomando en cuenta también la estacionalidad de las frutas. En resumen podemos decir que la moringa y el majo no tienen estacionalidad y rinden todo el año, pero el asaí y el copoazú presentan estacionalidad de aproximadamente 6 meses cada uno.

Mapa de proveedores



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 41. Tabla de calificación de disponibilidad de materia prima

Capacidad mayor al 90% del requerimiento	4
Capacidad mayor al 70% del requerimiento	3
Capacidad mayor al 50% del requerimiento	2
Capacidad mayor al 30% del requerimiento	1
Capacidad menor al 30% del requerimiento	0

Fuente: Elaboración propia.

El nivel de experiencia de los proveedores es en promedio aproximadamente 6 años, para lo que es el asaí, majo y copoazú. Para el caso de la moringa no existe experiencia alguna en producción masiva; estamos hablando de una nueva incorporación a nivel agrícola e industrial, pero que requiere un mínimo de capacitación.

Por último, es necesario señalar que el cultivo de la moringa es algo parecido al de la alfalfa; en un mes ya se podría alcanzar la producción necesaria, según la extensión de terreno que se cultive. El rendimiento por hectárea para unas plantaciones de 2,5 X 1 m es de aproximadamente 133 kg/Ha (esto puede variar según la región). Por tanto, con cinco hectáreas se cubriría completamente el requerimiento. Como la disponibilidad no es inmediata, se tomará como un caso especial calificándolo con un valor de tres puntos.

2.2. Análisis de la competencia y productos sustitutos

Para poder calificar el grado de amenaza de la competencia y productos sustitutos se seguirá el siguiente criterio:

Cuadro 42. Criterio de calificación de amenaza de competidores

Amenaza insignificante	Baja Amenaza	Amenaza significativa	Gran amenaza
4	3	2	1

a) Competencia del asaí (amenaza significativa)

Dentro de la competencia directa en Cobija tenemos cuatro tipos de competidores.

Primero están los comunarios que venden en el mercado productos poco higiénicos, sin pasteurización, en botellas recicladas de gaseosa de dos litros y con agua de dudosa procedencia. Es por

esto que mucha gente se abstiene de la compra de estos productos. Como los comunarios tienen que hacer un largo viaje en camión para traer sus productos y luego exhibirlos, ambas acciones sin refrigeración y hasta a veces expuestos al sol, el producto termina fermentado en unas horas. El precio de cada botella varía entre Bs. 10 a Bs. 20. La investigación no debe ver como competencia a estos vendedores del mercado, sino como socios en busca de mejorar la calidad de sus productos y/o formar parte de una cadena productiva de mayor capacidad.

Otro competidor a considerar es el vendedor ambulante, que vende un litro de asaí en bolsa o sirve la bebida en vasos de plástico. El precio del litro es de Bs. 15 y tiene una buena concentración de asaí. El vendedor ambulante atiende la demanda impulsiva, en la calle, y suele ser un gran emprendedor que hace crecer la demanda.

Después tenemos la pulpa de asaí que se vende en el supermercado de Brasil, cuyo precio por kilo resulta elevado.

En el eje central del país el asaí es prácticamente desconocido y la competencia directa se reduce a tiendas de jugos multi-vitamínicos que ya están utilizando asaí en polvo.

Como productos sustitutos tenemos al noni (*Morinda citrifolia*), que está creciendo en popularidad por su contenido de antioxidantes, como también al té verde (*Camellia sinensis*). Pero tenemos muy claro que ningún suplemento alimenticio natural presenta todos los beneficios que presenta el asaí, que además tiene un sabor muy agradable.

En resumen, en el caso del asaí estamos tratando con una amenaza *significativa*.

b) Competencia del majo (amenaza baja)

El análisis es semejante al de la leche de majo, solamente que los precios son algo más bajos (Bs. 10 – Bs. 15). Con respecto a los productos sustitutos, como la leche de vaca, no tienen mucha importancia porque la gente ya está habituada a consumir leche de majo. Recordemos que sólo estamos hablando de Cobija, ya que en otras partes del país la amenaza de los productos sustitutos y la carencia del hábito de consumo generan una amenaza demasiado alta, por lo que se decidió restringir este producto solamente a dicha ciudad. En resumen, tenemos una amenaza limitada, pero sin consideración de productos sustitutos.

c) Competencia de la mermelada de copoazú (gran amenaza)

Cuadro 43. Marcas y precios

Marca	Peso Apróx.	Precio (Bs.)	Razón Bs/gr
Dillman	470 gr	18,5	0,039
Hogar	454 gr	11,5	0,025
Hogar	350 gr	8,5	0,024
Arcor	454 gr	16	0,035
Del Valle	550 gr	19	0,035
Yacobs	465 gr	15,5	0,033
Pil	320 gr	12	0,038
Noel	454 gr	13,5	0,030
De la Huerta	450 gr	15	0,033
Marconi	460 gr	15	0,033
Promedio	442,7 gr	14,45	0,033

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las mermeladas, se puede realizar un análisis único, observando un gran número de marcas de mermeladas, con un precio promedio competitivo de 0,033 Bs/gr. Todas presentan una buena presentación y existen marcas con una buena aceptación en el mercado con hábito de consumo instalado.



Mermelada de copoazú. Fotografía: equipo de investigación.

Específicamente hablando de mermeladas de copoazú, se ha encontrado sólo una empresa que está produciendo industrialmente este sabor de mermelada: la empresa Tres Arroyos, que comercializa su producto en la feria de la avenida América de la ciudad de Cochabamba a Bs. 22 (precio muy elevado). Utiliza copoazú producido en el Chapare, lo cual debe llamar nuestra atención, pues esta producción del trópico cochabambino puede mejorar e incrementarse, creando precios más competitivos que pueden superar de este modo a nuestro producto.

Concluimos que existe una gran amenaza por parte del importante número de mermeladas existentes. Además, existe la previsión de una incursión del trópico cochabambino a la producción de copoazú, generando una significativa competencia directa. Por tanto, debe calificarse con *uno* a la amenaza de los competidores.

d) Competencia de cápsulas de moringa y de asaí

Tanto para las cápsulas de moringa como para las de asaí, no existe amenaza directa alguna. Eso sí, existen otros suplementos alimenticios que pueden considerarse como una amenaza relativamente baja. Sin embargo, la moringa tiene un costo muy bajo de producción, lo que puede generar una ventaja competitiva considerable, dejando a cualquier competencia como algo insignificante (cápsulas de moringa = 4: amenaza insignificante; cápsulas de asaí = 3: amenaza baja).

2.3. Precios

Es muy importante que el producto desarrollado tenga un precio competitivo frente al precio de la competencia. Es consecuencia, mediante la siguiente fórmula de elaboración propia, podremos calificar y comparar los productos de acuerdo a su precio:

$$Calificación = \left[\frac{Disposición\ de\ pago - Precio\ de\ la\ competencia}{Disposición\ de\ pago} \right] * 8{,}528$$

Cuadro 44. Disposición de pago vs Precio de la competencia

	Disposición de pago	Precio competencia	Calificación sobre 4
Jugo de asaí	23,9	13	3,9
Leche de majo	22,6	12	4,0
Mermelada de copoazú	16,4	15	0,7

Fuente: Elaboración propia.
Nota: No se realizó este análisis para la moringa y el asaí en polvo, porque los valores de disposición de pago y precio de la competencia no serían objetivos.

El factor de 8,528 fue calculado para que sólo un producto obtenga la calificación máxima (4 puntos) y los demás sean proporcionales a éste, de acuerdo a su potencial.

De acuerdo al Cuadro 43 el producto con el precio más competitivo es la leche de majo, seguido muy de cerca por el jugo de asaí. La mermelada de copoazú quedó ultima, muy atrás respecto a los otros productos.

2.4. Inversión en maquinaria

La diferencia significativa, con respecto a la inversión, entre los productos desarrollados, es la inversión en la maquinaria. Basándonos en una serie de cotizaciones ubicadas en el Anexo E, calculamos una estimación de la inversión en maquinaria, que se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 45. Inversiones en maquinaria

	Inversión mínima estimada (Bs.)	Calificación sobre 4
Jugo de asaí	184.003	0,7
Leche de Majo	184.003	0,7
Mermelada de copoazú	142.095	1,6
Moringa en cápsulas	31.500	4,0
Asaí en polvo	156.615	1,3
Mayor Inversión	184.003	

Fuente: Cotizaciones.

La calificación se realizó según la siguiente ecuación de elaboración propia:

$$Calificación = \left[1 + \frac{Inversión\ mínima\ (31500) - Inversión\ estimada}{Inversión\ máxima\ (184003)}\right] * 4$$

CAPÍTULO CINCO

Resultados y discusión. Propuesta de creación de planta de cápsulas de moringa

1. Jerarquización de alternativas desarrolladas

La jerarquización de productos se realizó de forma similar a la selección de materias primas amazónicas. De acuerdo a una discusión-debate entre los componentes del equipo de investigación, se establecieron factores críticos junto a su respectiva ponderación. Se estableció cuatro escalas de calificación ajustadas de manera que sumadas todas las ponderaciones sean uno.

Cuadro 46. Factores críticos de jerarquización de productos

Factor crítico	Ponderación	Justificación
Aporte Nutricional	0,150 Esencial para alcanzar los objetivos	Factor crítico principal para el estudio, incluido en el objetivo general
Disponibilidad de MP e insumos		Si no existe materia prima o insumos no es factible el producto actualmente
Apreciación organoléptica		Si a la gente no le gusta, no lo consumirá
Grado de amenaza de la competencia		La amenaza de la competencia siempre es un factor determinantemente importante
Durabilidad	0,10 Muy importante para alcanzar los objetivos	Es un factor importante para poder crecer el volumen del mercado
Demanda potencial		Son muy importantes para la factibilidad comercial, pero no esencial de acuerdo a los objetivos del estudio
Precio competitivo		

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación de la página anterior)

Factor crítico	Ponderación	Justificación
Baja inversión	0,040 Es preferible cumplirlos para alcanzar los objetivos	El estudio busca, como finalidad, la transferencia de tecnología a las comunidades por ello es preferible una baja inversión y sencillez en el proceso
Sencillez de proceso		
Compatibilidad con otros productos	0,020 Pueden ser prescindibles	Sería bueno que los productos desarrollados sean compatibles, es decir, que exista trazabilidad entre los procesos productivos, pero si no ocurre esto no altera a los objetivos

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se calificó cada producto según los resultados obtenidos en la investigación. El producto que encabeza la lista es la moringa en cápsulas y siguiendo en orden descendente está la leche de majo fortificada, la mermelada de copoazú, el jugo de asaí y las cápsulas de asaí.

Las matrices de jerarquización de productos se encuentran en el Anexo D; además, las calificaciones se encuentran justificadas en los resultados detallados a lo largo del libro.

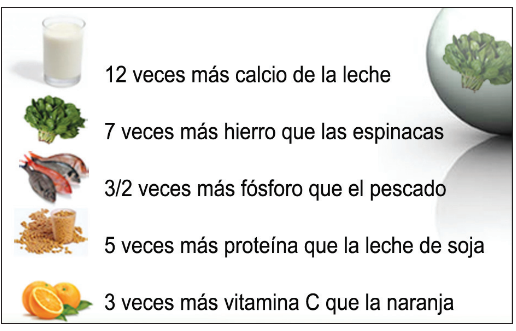
Figura 25. Jerarquización de productos

Cápsulas de moringa
Cápsulas de asaí
Leche de majo fortificada
Jugo de asaí
Mermelada de copoazú

2. Tabla comparativa de la moringa

Como la moringa resultó ser el producto con mayor potencial nutricional, a continuación se dan datos comparativos que aclaran aún más el panorama de su valor:

Figura 26. Moringa vs otros alimentos



Fuente: Elaboración propia comparando datos propios con datos de Naturalinea.com y vitonica.com

3. Objetivos de mercadeo

Ya teniendo los datos de la demanda potencial, ahora el objetivo es encontrar esa demanda potencial y vender efectivamente el producto desarrollado por la investigación. Por eso hay que estimar el porcentaje de penetración dentro esta demanda. Si bien, como dice su nombre, la demanda potencial se refiere a posibles compradores de nuestros productos, llegar a cubrir toda esta demanda potencial es un gran problema. Todo depende de la fuerza del marketing para atraer a estos consumidores.

Proponemos la siguiente fórmula para estimar el porcentaje de penetración máxima en cinco años dentro la etapa de crecimiento de la empresa. Estos valores determinarán la capacidad máxima de la empresa:

Objetio de penetración ideal (a cinco años)

$$= \frac{\textit{Factor de jerarquización} * \textit{Confiabilidad de la encuesta}}{(1 + \textit{Error de la encuesta})} * 100$$

Los factores de jerarquización son el resultado de la división del valor del potencial calificado de las matrices de selección (Ver subtítulo 9: Análisis y Selección de Materia Prima, Capítulo Dos) entre la calificación máxima que tiene el valor de cuatro. Este factor ajusta el valor de la demanda potencial en función del potencial calificado, es decir, sus ventajas competitivas.

Si afectamos estos resultados aplicando un factor realista, tendremos una estimación realista de las ventas, valga la redundancia. El factor supone alcanzar solo 75% del objetivo de penetración ideal para este caso.

Si afectamos estos resultados aplicando un factor pesimista, tendremos una estimación pesimista de las ventas, valga nuevamente

la redundancia. El factor supone alcanzar sólo 40% de objetivo de penetración para este caso.

En el caso de los productos de asaí, los resultados del análisis nutricional no fueron los que se esperaba y las suposiciones con las que se había encarado el estudio de mercado quedan en la incertidumbre. Por tanto, definiremos un factor de incertidumbre de 50% para estos casos.

Cuadro 47. Resumen de objetivos de mercado

	Factor	Objetivo de penetración ideal en 5 años	Valor realista a 5 años	Objetivo realista 1 año (producto/ mes)	Valor pesimista a cinco años	Objetivo pesimista primer año
Jugo de asaí	0,51	41,6%	23,6%	5.778	11,8%	2,4%
Leche de majo	0,56	48,7%	20,2%	278	10,1%	2,0%
Asaí en polvo	0,47	40,1%	32,7%	4.702	16,3%	3,3%
Cápsulas de moringa	0,85	72,6%	41,2%	9.935	20,6%	4,1%
Mermelada de copoazú	0,59	44,6%	22,9%	13.718	11,5%	2,3%

Fuente: elaboración propia.

El factor de jerarquización más elevado corresponde a las cápsulas de moringa en polvo que, como ya vimos anteriormente, es el producto con mayor potencial. Coincidentemente, los objetivos de mercado son más elevados para el mencionado producto.

Los valores de los objetivos realistas nos servirán para calcular la capacidad de producción y los requerimientos de materia prima, que se utilizaron en el análisis de los proveedores. El valor pesimista del objetivo de mercado será útil para realizar el análisis económico-financiero para la instalación de una planta procesadora de cápsulas de moringa, que es detallado a continuación.

4. Análisis económico financiero

4.1. Capacidad, tiempos y requerimientos

Según la estimación de la demanda, la capacidad productiva de la planta piloto productora de cápsulas de moringa es de 760 frascos al día. Ahora, estudiando los tiempos requeridos para cada operación, podemos calcular la cantidad de operarios requerida y sus jornadas de trabajo. Las jornadas empiezan a las siete de la mañana y prosiguen de acuerdo a la ilustración de tiempos del cuadro siguiente:

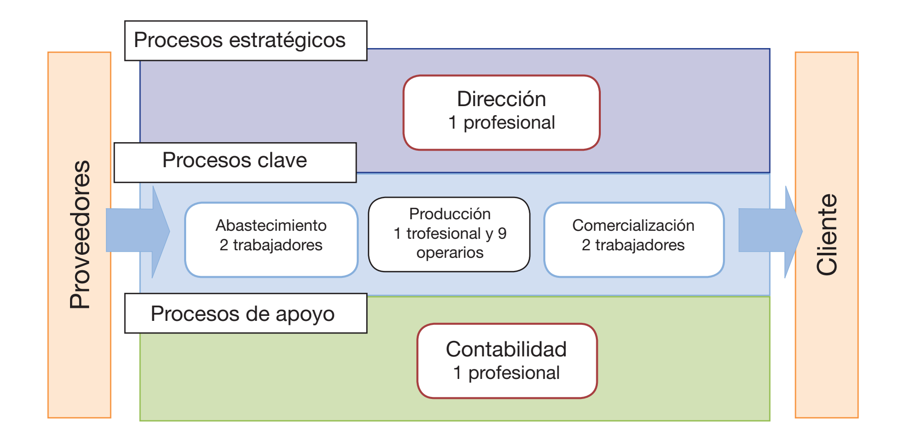
Cuadro 48. Operaciones, operarios, maquinaria y tiempos

UNIDAD PRODUCTIVA: 760 Frascos de 100 cápsulas de moringa					Tiempo (cada cuadro = 30 min)							
#	Operación	Maquinaria	Tiempo estándar	# operarios	1	2	3	4	…	14	15	16
1	Pesaje, lavado y selección	Balanza de 600 kg	55 min/UP	1								
2	Cargado de los secadores	Secador solar	30 min/UP	1								
3	Secado		1.440 min/UP	0								
4	Descarga de los secadores		30 min/UP	1								
5	Molienda	Moledora	18 min/UP	1								
6	Encapsulado	3 Encapsuladoras manuales (300 cápsulas)	506 min/UP (4 min/frasco)	3								
7	Envasado y etiquetado		127 min/UP	3								

Fuente: Elaboración propia.

Número de operarios requeridos: 9 operarios. 3 operarios trabajan en el área de encapsulado a un turno de 8 horas de trabajo; 3 operarios trabaja en el resto de las operaciones. Cada uno completa un turno de 4 horas de trabajo.

Figura 27. Mapa de procesos



Una buena forma de graficar la organización de la empresa es modelar un mapa de procesos, como en la figura anterior, que muestra la interacción entre las áreas o procesos de la empresa. También se puede apreciar la disposición de los trabajadores, respecto a lo cual se vio conveniente discriminar entre trabajadores (con un salario de Bs. 1.000 por tiempo completo) y profesionales (con un salario promedio de Bs. 4.000), estableciendo un total de Bs. 22.000/mes para el primer año.

4.2. Localización de la planta

La adecuada ubicación de la planta industrial es tan importante para su éxito posterior, como lo es la elección del proceso mismo. Es en este sentido que, para lograr esto, se procuró hacer el análisis tan amplio como fue posible y no se dejaron de incluir en él los valores intangibles que se conocieron o percibieron a través del estudio.

El fin perseguido en cualquier problema sobre situación o ubicación de fábricas es la elección del lugar que permite reunir los materiales necesarios, realizar los procesos de fabricación y entregar el producto a los clientes con el menor costo total posible.

Para evaluar comparativamente los diferentes sitios y determinar las zonas sobre las que intensificó el estudio, utilizamos el método de Puntuaciones Ponderadas.

Se determinaron dos localizaciones potenciales. Por un lado, se contempló la posibilidad de ubicar la planta en la localidad de Porvenir, ya que es relativamente equidistante respecto a todas las localidades consideradas para el suministro de materia prima. Se contempló asimismo ubicar la planta en la ciudad de Cobija, específicamente en inmediaciones de la Planta Piloto de Procesos Industriales de la Universidad Amazónica de Pando, donde ya existe una infraestructura, y donde se tiene, obviamente, un mayor acceso a suministro de insumos básicos y a mano de obra.

En el caso del factor de cercanía al mercado consumidor, resulta algo complicado el análisis, ya que Cobija es un mercado consumidor identificado, pero Porvenir se encuentra algo más cerca del Eje Central. Por ello, se definió calificar igualmente a ambas alternativas con respecto a este factor.

Cuadro 49. Puntuaciones ponderadas

Factores	Ponderación	Porvenir		Cobija	
		Calificación	Calif. Pond.	Calificación	Calif. Pond.
Disponibilidad de materias	0,20	4	0,8	2	0,4
Mercado consumidor	0,20	3	0,6	3	0,6
Suministro de energía y combustible	0,15	1	0,15	3	0,45
Suministro de agua	0,15	2	0,3	3	0,45
Disponibilidad de mano de obra	0,10	2	0,2	3	0,3
Infraestructura existente	0,20	1	0,2	4	0,8
TOTAL	1		2,25		3

Fuente: Elaboración propia.

Después de completar las calificaciones ponderadas del Cuadro 48, la localización con mayor puntuación resulta ser la ciudad de Cobija, es decir la Planta Piloto de Procesos Industriales de la Universidad Amazónica de Pando, por lo tanto la indicada para desarrollar la implementación de la planta procesadora de moringa.

4.3. Análisis del precio

En nuestro criterio, realizar un análisis de la competencia y sus precios en el mercado fue la forma más atinada de determinar el precio de un producto, apoyados en una estrategia de precios propia, que dependió del perfil del cliente objetivo.

El proyecto buscó mayor bien social que económico; por tanto, el perfil del cliente adoptado fueron familias de clase media a baja, a las cuales se les ofreció un producto económico para poder completar su dieta, y por ende su salud y vida. Entonces, estamos hablando de una estrategia de precios bajos. Fue necesario conocer los precios de la competencia, incluidos los de los productos sustitutos. Sintetizamos estos datos en el siguiente cuadro:

Cuadro 50. Precios comparativos para las cápsulas de moringa

Marca/producto	País	Formato	Precio Bs.
Moringa VITALMOR	España	100 cáps 300 mg	152
Cápsulas de moringa a granel 500	España	500 cáps	535
Moringa - Cápsulas de moringa - El Árbol de la Vida	México	A granel	54
Moringa Calidad Insuperable Mercado Libre	México	80 cáps	48
Moringa en cápsulas (60 cápsulas) Nina Chagua	México	60 cáps	48
Moringa chocolate	España		134
Cápsulas de noni	Bolivia	90 cáps 300 mg	28
Cápsulas de té verde	Bolivia	100 cáps 500 mg	30

Fuente: Elaboración propia por sondeo de precios en mercadolibre.com y Superfarma Cobija.

Es correcto comparar directamente con los precios en México, ya que algunos índices macroeconómicos son semejantes, por ejemplo, el salario mínimo. Realizando simples cálculos tenemos que el precio promedio para frascos de moringa de 100 cápsulas es de Bs. 70.

El producto sustituto con el precio/cantidad más competitivo y con mayor similitud a nuestro producto es el té verde, con un precio de Bs. 30 el frasco de 100 cápsulas de 500 mg cada una. Adoptando una estrategia de emparejamiento de precios, buscando ser líderes en precios, igualamos el precio del producto desarrollado al valor más bajo de Bs. 30. Otro producto con el cual comparar son las cápsulas de noni, que tiene una relación precio/cantidad no mucho mayor.

4.4. Las estrategias de mercado

Para poder alcanzar los objetivos de mercado de las cápsulas de moringa, que fueron establecidos en Objetivos de Mercadeo, acápite 3 de este capítulo, hay que cumplir con una estrategia de mercado, basada en una serie de actuaciones principales y sus respectivos resultados a conseguir. Podemos señalar que la penetración en el mercado debe basarse en una estrategia de diferenciación de producto mediante precios bajos, buena presentación y destacando siempre las grandes cualidades del producto.

A continuación se define la estrategia a cumplir en cinco años para poder alcanzar 59.294 frascos de 100 cápsulas vendidos al mes.

Cuadro 51. Plan estratégico de marketing para las cápsulas de moringa

Objetivo: Alcanzar unas ventas promedio de 59.294 frascos de 100 cápsulas de moringa al mes		
Descripción/Alcance: Se pretende alcanzar el objetivo principalmente realizando oferta y difusión de propiedades a las farmacias, lanzar publicidad vía electrónica-televisiva y optimizar la exposición de los productos		
Inversión y/o gasto: Bs. 756.000		
Horizonte temporal	Principales actuaciones	Resultados a conseguir
2013	Difundir las cualidades de la moringa	Al menos tres eventos de difusión realizados en cada una de las ciudades objetivo, con un total de 500 oyentes

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación de la página anterior)

2013	Realizar el lanzamiento del producto en la ciudad de Cobija	Lanzamiento realizado con 200 asistentes, 1.000 frascos mensuales
	Realizar la oferta y difusión de propiedades a las farmacias	Ventas de 7.000 frascos mensuales
	Lanzar publicidad vía electrónica (Facebook, e-mail, patrocinios)	Página de Facebook creada con al menos 300 seguidores, patrocinios en Taringa. Ventas de 9.935 frascos mensuales
2014	Lanzar una publicidad televisiva en la ciudad de Cobija	20 minutos semanales de difusión. Ventas de 16.000 frascos mensuales
	Realizar la oferta y difusión de propiedades a las farmacias	Ventas de 21.000 frascos mensuales
	Optimizar la exposición de los productos en las farmacias	Ventas de 24.000 frascos mensuales
2015	Ejecutar promociones con alianzas con otros productos	Promociones ejecutadas. Ventas de 29.000 frascos mensuales
2016-2017	Realizar una renovación de la imagen del producto	Imagen renovada. Ventas de 59.294 frascos mensuales

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Indicadores financieros

Con el respaldo de todos los datos recolectados y los cálculos pertinentes ubicados en el Anexo E, podemos resumir el estudio de factibilidad en una tabla de flujo de efectivo para poder determinar la tasa interna de retorno, el valor actual neto y la relación beneficio/costo.

Cuadro 52. Flujo de efectivo

Estados de Resultados						
Año	0	1	2	3	4	5
Objetivo de mercado Cobija	0	124	248	372	496	620
Objetivo de mercado Eje	0	5.812	11.624	23.249	46.498	92.996
Objetivo de mercado total	0	5.937	11.874	23.624	46.998	93.621
Ingreso por ventas de frascos	0	178.117	356.235	708.719	1.409.938	2.808.626
IVA	0,00	23.155,25	46.310,49	92.133,48	183.291,97	365.121,44
Total Ingresos	0,00	154.962,03	309.924,06	616.585,62	1.226.646,25	2.443.504,99
Total costos	0,00	374.788,30	401.841,73	472.967,50	656.406,92	938.439,89
Costos variables	0,00	39.639,51	56.806,49	108.410,61	211.080,48	415.881,85
Costos de fijos	0,00	335.148,79	345.035,24	364.556,89	445.326,44	522.558,04
Utilidad Bruta	0,00	-219.826,27	-91.917,66	143.618,13	570.239,33	1.505.065,10
IUE	0,00	0,00	0,00	35.904,53	142.559,83	376.266,27
Utilidad Neta	0,00	-219.826,27	-91.917,66	107.713,60	427.679,50	1.128.798,82
(+) AAD	0,00	1.122,10	1.122,10	1.122,10	1.122,10	1.122,10
(+)Depreciación	0,00	60.050,24	60.050,24	60.050,24	60.050,24	60.050,24
(-) Inversiones	938.212,40					
(+) Capital de trabajo	0,00	158.654,00	30.746,00			
Flujo de efectivo	-938.212,40	0,07	0,67	168.885,93	488.851,83	1.189.971,16

Fuente: Elaboración propia (en Anexo E se puede encontrar la tabla completa).
Con la última fila calculamos: TIR = 16 % VAN = Bs. 237. 677,79 B/C = 0,97 (TMAR = 10%)
Tiempo de recuperación de capital = 5 años.

4.6. Punto de equilibrio

En esta sección calculamos el punto de equilibrio para el arranque de la planta industrializadora de moringa. Para realizar el cálculo necesitamos los siguientes datos:

Costo variable unitario: Bs. 6,68 por frasco

Costo fijo anual: Bs. 335.148,79
Precio: Bs. 30

$$Q = \frac{CF}{P - CV_u} * 14370 \text{ Frascos}$$

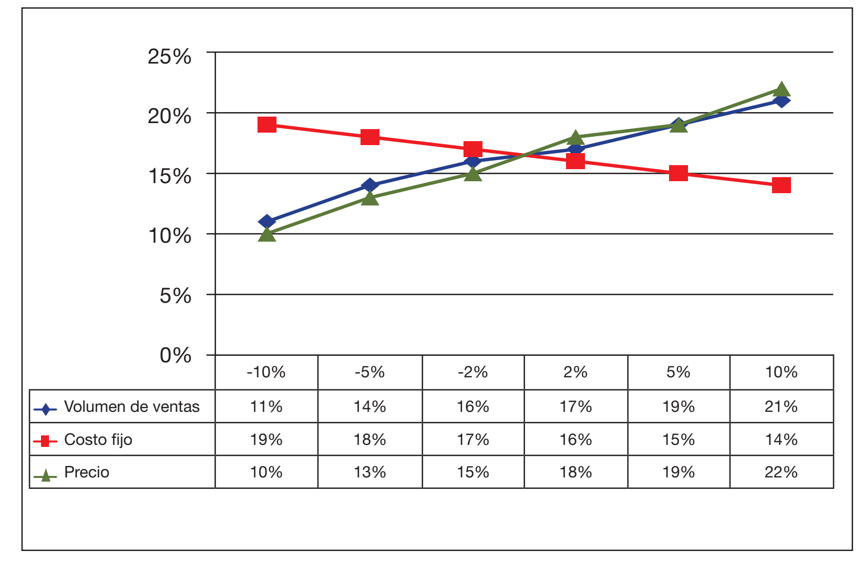
Figura 28. Punto de equilibrio

4.7. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad consiste en suponer variaciones que castiguen el flujo de efectivo y, a la vez, mostrar la holgura con que se cuenta para su realización ante eventuales cambios de tales variables en el mercado.

A continuación realizamos variaciones a las variables con mayor incertidumbre en el proyecto; es decir, variaciones en el volumen de ventas, el costo fijo y el precio del producto, para luego analizar su efecto en la Tasa Interna de Retorno del proyecto, que recordemos, originalmente es de 16%.

Figura 29. Análisis de sensibilidad



	-10%	-5%	-2%	2%	5%	10%
Volumen de ventas	11%	14%	16%	17%	19%	21%
Costo fijo	19%	18%	17%	16%	15%	14%
Precio	10%	13%	15%	18%	19%	22%

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver en la gráfica, los grados de sensibilidad de los parámetros considerados son similares. Podemos destacar que el proyecto presenta un mayor grado de sensibilidad con respecto al precio, pero en general se goza de una relativa estabilidad ante las variaciones, lo cual limita las incertidumbres.

5. Diagnóstico socioambiental

5.1. Matriz de Leopold

Consiste en un cuadro de doble entrada o matriz de 100 columnas que representan ejemplos de acciones causantes de efectos potenciales y 88 filas que representan componentes y factores ambientales (ver Anexo F). Como primer paso se definió el área a evaluar, luego se eligieron las acciones incluidas en el proyecto y los componentes ambientales existentes en el área de estudio. Posteriormente, se examinó cada una de las celdas de intersección a partir de la pregunta de si la acción en cuestión puede tener consecuencias sobre el componente correspondiente. En caso afirmativo, se colocó una barra en dicha celda (indicando que existe un efecto).

Posteriormente se retomó el examen de las celdas marcadas procediendo a la valoración de los efectos identificados según tres criterios:

Magnitud (Mg): referido a la escala o extensión del impacto;
Importancia (I): referido al significado del impacto;
Carácter (C): referido a si el impacto mejora la calidad ambiental (+) o la disminuye (-).

Cuadro 53. Matriz simplificada de Leopold

Para la implementación de una planta de cápsulas de moringa		Características y condiciones ambientales				
		A. Introducción de flora exótica	B. Modificación del hábitat	C. Extracción de recursos (cultivos)	D. Generación de alimentos	Sumatoria
Sectores Socio-ambientales	1. Usos de territorio					
	a. Agrícola	2/2	-9/9	1/2	2/6	-4/14
	b. Industrial				3/10	3/10
	Sumatoria	2/2	-9/9	1/2	5/16	
	Índice de gravedad del impacto socio-ambiental	4	-81	2	80	+5

Fuente: Elaboración propia.

La valoración se realiza asignando un número, en una escala de 1 a 10, en cada sector correspondiente a cada criterio y asignando un signo positivo o negativo (por ejemplo: - 7/3 indica un impacto negativo, con una extensión regional y de baja importancia). Los efectos beneficiosos se indican con un signo positivo (+). La asignación de los valores se basa en el criterio y experiencia profesional de aquellos que participan en la valoración. La matriz permite una síntesis parcial a través de la suma de + ó – por columna o fila, brindando la posibilidad de identificar aquellas acciones con mayores impactos negativos (columnas con mayores valores negativos) o aquellos componentes más afectados negativamente (filas con mayores valores negativos). El índice global de impacto se obtiene de la sumatoria de los productos entre Magnitud e Importancia para cada indicador

Con respecto a la valoración de la Magnitud, ésta es relativamente objetiva o empírica puesto que se refiere al grado de alteración

provocado por la acción sobre el factor medioambiental. Por otra parte, la puntuación de la Importancia es subjetiva, ya que implica atribución de peso relativo al factor afectado en el ámbito del proyecto.

Cuadro 54. Impactos significativos en la Matriz de Leopold

Casilla	Carácter	Efecto
1a/B	negativo	La industrialización de moringa incentivará la producción agrícola, en consecuencia puede causar daños a la modificación del hábitat de bosque a plantación agrícola
1b/D	positivo	La industrialización de la moringa nos permitirá ofrecer un suplemento alimenticio económico, beneficiando en gran medida a las familias de clase media-baja que deseen mejorar su salud

Fuente: Elaboración propia.

Luego del análisis de resultados de la matriz, podemos concluir que el impacto socioambiental para una planta productora de cápsulas de moringa para consumo humano es prácticamente nulo (+5).

Conclusiones y recomendaciones

1. Conclusiones generales

Como primer punto, mediante una revisión bibliográfica y a partir de consultas a implicados, se recolectó información suficiente para poder elaborar una matriz de selección y así delimitar el estudio a cuatro materias primas con las cuales trabajar. Específicamente fueron seleccionados los frutos de asaí, majo y copoazú y las hojas de moringa, quedando descartados frutos también importantes a nivel nutricional como la acerola y la graviola, pero que presentan problemas de disponibilidad, siendo su producción muy limitada.

Teniendo las materias primas seleccionadas, se experimentó en planta piloto, buscando aplicar técnicas y procedimientos adecuados para maximizar la durabilidad de los productos, pero tratando de mantener un proceso sencillo, de bajo costo y que esté dentro de las posibilidades de aplicación dentro de la planta piloto. Una limitante en el proceso de experimentación fue la carencia de un equipo de envasado acorde a los requerimientos, es decir, que brinde la posibilidad de alcanzar óptimos resultados de calidad y durabilidad, por lo que se optó por técnicas de envasado tradicional. Se confirmó que estas técnicas tradicionales son adecuadas para mantener un proceso sencillo y adaptable para la posterior transferencia de tecnología a las comunidades. Al término de la experimentación, se logró desarrollar cinco productos: jugo de asaí pasteurizado, leche de majo pasteurizada y fortificada, asaí en polvo, cápsulas de moringa en polvo y mermelada fortificada de copoazú. Para cada uno de estos productos, se elaboró un cursograma sinóptico, se estandarizó una formula y se diseñó la presentación comercial, es decir, se eligió el tipo de envase y se elaboró la etiqueta con el cual el producto será comercializado en el mercado.

Todo producto desarrollado fue sometido a un análisis fisicoquímico en tres laboratorios: el Centro de Alimentos y Productos Naturales de la Universidad Mayor de San Simón, el Centro de Estudios e Investigaciones en Química de Alimentos de la Universidad Mayor de San Andrés y el Centro de Investigaciones Químicas SRL.

Entre los resultados más sobresalientes, están las características nutricionales de las hojas deshidratadas de moringa, con datos que determinan un contenido de vitamina C tres veces mayor al de la naranja; 74% de digestibilidad de un contenido de proteína cinco veces mayor al de la leche de soya; doce veces más calcio que la leche de vaca; siete veces más hierro que la espinaca; y tres medios más fósforo que el pescado. Pero también se obtuvieron resultados algo decepcionantes, como el contenido proteico de la leche de majo y del jugo de asaí, como también la actividad antioxidante de este último.

Paralelamente al análisis fisicoquímico, se realizó un estudio de mercado junto a las pruebas organolépticas. Dicho estudio se dividió en dos partes: la primera en la ciudad de Cobija y la segunda en las ciudades de Cochabamba, La Paz y Santa Cruz. Con los datos recolectados se pudo estimar la demanda potencial, los precios, la calificación organoléptica, el grado de conocimiento de propiedades nutricionales y la preferencia nutricional. El producto con mejores resultados fue la mermelada de copoazú, con una demanda potencial de 299.367 frascos al mes a un precio promedio de Bs. 16,4 y logrando una calificación de 3,62 sobre 4 puntos en apreciación organoléptica. Estos resultados otorgan una importante perspectiva de éxito a nivel comercial para el producto.

En base a todo lo anterior, se analizó y comparó cada producto, jerarquizándolos mediante una tabla de calificaciones ponderadas. Se determinando fácilmente que las cápsulas de moringa en polvo tienen el mayor potencial de éxito, especialmente por sus ya mencionadas y muy importantes propiedades nutricionales. Por tanto, se realizó un análisis económico-financiero para la implementación de una planta procesadora de hojas de moringa, determinando una tasa interna de rendimiento de 16% para una inversión mínima de Bs. 938.212,40, que resulta ser una rentabilidad muy atractiva. En cuanto al análisis socio-ambiental, se determinó un impacto casi nulo, por lo tanto, una implementación sin impacto considerable.

En resumen, es viable la producción en escala de al menos 93.000 frascos de cien cápsulas de moringa al año, objetivo proyectado a cinco años. Esta propuesta de implementación de una planta procesadora de moringa significaría, además de un desarrollo económico, una mejora

de la alimentación de las comunidades involucradas y, consecuentemente, de la alimentación del consumidor final.

Otro aspecto en el que se tienen conclusiones interesantes, es en el desarrollo del jugo de asaí y la leche de majo, que puede resultar muy útil para comerciantes de frutos amazónicos del mercado. Realizando una correcta transferencia de tecnología, se podrá reemplazar las prácticas poco higiénicas por prácticas semi-industriales, buscando mejorar su productividad y proteger al consumidor final con un producto higiénico.

En resumen, existe potencial de desarrollo a partir de la industrialización de la moringa, ya sea como cápsulas u otros productos derivados. El asaí y el majo presentaron algunas dudas especialmente a nivel nutricional, sin embargo, no dejan de ser recursos alimenticios importantes para la población, esencialmente la local. El copoazú presenta una buena perspectiva comercial, pero no resulta muy llamativo con respecto a su poder nutricional.

2. Ideas para futuros estudios

Como ya se mencionó, se obtuvieron resultados decepcionantes en la actividad antioxidante del jugo de asaí. Pero estos resultados aún no están completos: existe un método de análisis denominado conteo de fenoles totales, que se presume es el indicado para determinar la actividad antioxidante del asaí, pero ningún laboratorio en Bolivia lo puede realizar debido a la no disponibilidad de reactivos.

Debido a que en el proceso de investigación no contamos con un laboratorio de análisis fisicoquímico y bromatológico propio, se dependió del servicio de laboratorios externos; en este sentido, hubo una limitación en los análisis por el presupuesto requerido, existiendo así varios parámetros que aún se pueden seguir estudiando.

En definitiva, se debe seguir investigando en la actividad antioxidante del jugo de asaí y de la moringa; en la composición de ácidos grasos de la leche de majo y el jugo de asaí; en la relación del ciclo de vida y estacionalidad en la producción de moringa de calidad. También hay interés en estudiar las características anticancerígenas de la graviola; vale la pena explorar en las mismas, siendo la información al respecto aún es un poco vaga.

Está claro que esta investigación generó más preguntas que las respuestas que pudo dar, y esto es muy positivo. Se generan más temas de investigación, y con ello, más opciones de salud y desarrollo.

3. Aporte a políticas públicas

3.1. Políticas concretas pre-existentes

La Ley de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria, en su Título Segundo, Capítulo Primero, presenta una base sólida para la creación de políticas públicas en base al proyecto desarrollado:

> ARTÍCULO 16 (POLÍTICA DE FOMENTO A LA PRODUCCIÓN)
> Se fomentará un mejor y mayor rendimiento de la producción en el marco de la economía plural, a la producción tradicional, orgánica, ecológica, agropecuaria y forestal con destino al consumo interno que permita alcanzar la soberanía alimentaria así como la generación de excedentes, en el marco de los saberes, prácticas locales e innovación tecnológica en base a las formas de producción familiar, comunitaria, asociativa y cooperativa.
>
> ARTÍCULO 17 (POLÍTICA DE ACOPIO Y RESERVA)
> I. Se fomentará el modelo comunitario de la Pirwa, así como los silos y depósitos como estrategia de acopio y conservación de alimentos para alcanzar la soberanía alimentaria, avanzando hacia el procesamiento e industrialización para la generación de valor agregado, identificando y priorizando productos con potencial para su transformación e industrialización a través de complejos productivos locales que rescaten la vocación productiva de las comunidades y territorios indígena originario campesinos, comunidades interculturales y afrobolivianas.
>
> ARTÍCULO 18 (POLÍTICA DE TRANSFORMACIÓN Y FOMENTO A LA INDUSTRIALIZACIÓN)
> El Estado fomentará el desarrollo de la transformación e industrialización de productos agropecuarios de los actores de la economía plural, sobre los principios de complementariedad, reciprocidad, solidaridad, redistribución, igualdad, seguridad jurídica, sustentabilidad, equilibrio, justicia y transparencia, priorizando el modelo de desarrollo comunitario, mediante:
> 1. Desarrollo de programas para impulsar la transformación e industrialización en cada región según su estrategia de producción diversificada y definida según su vocación productiva con apoyo económico a las organizaciones económicas comunitarias.

2. La dotación de créditos en especie e impositivos, en materia ambiental por el uso de tecnologías limpias y otras que fomenten las iniciativas de organizaciones comunitarias, comunidades campesinas, cooperativas y asociaciones de productores.

ARTÍCULO 27 (POLÍTICA DE ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN)
Esta política tiene como objetivo velar por que la población boliviana tenga un estado nutricional adecuado, asegurando el consumo de alimentos variados que cubra los requerimientos nutricionales en todo el ciclo de vida, mediante el establecimiento y fortalecimiento de programas de alimentación y nutrición culturalmente apropiados, acciones de información y educación a la población boliviana sobre los valores nutricionales de los alimentos y su preparación, de acuerdo a normativa específica.

3.2. Propuestas de políticas al sector

Se puede dar un título general al grupo de propuestas de políticas públicas generadas a partir de los resultados del estudio. Este título sería: "Políticas públicas de fomento a la producción de productos agroindustriales con alto valor nutricional en la amazonía boliviana". A continuación lo desglosamos:

a) Fomento al cultivo e industrialización de la moringa

Dado el gran aporte nutricional de las hojas de moringa, su interesante perspectiva comercial y el potencial de cultivo en regiones amazónicas, resulta lógico pensar en fomentar la producción de moringa, en este caso, en diferentes municipios del departamento de Pando (Cobija, Porvenir y Filadelfia).

Dicho fomento debe ser encarado desde dos líneas estratégicas. La primera, con vías a obtener una porción de la producción destinada al autoconsumo, complementando la dieta de las comunidades que estén involucradas. La segunda involucra la industrialización y comercialización de moringa en cápsulas, para ello se deben establecer centros de acopio en cada municipio mencionado, de manera de poder cumplir con las perspectivas de crear la microempresa deseada. El detalle de inversión, capacidad, rentabilidad, plan de producción y comercialización se desarrolla en el Capítulo Cuatro.

En resumen, las políticas planteadas buscan insertar un suplemento alimenticio para complementar la dieta básica de las comunidades

que decidan involucrarse en el proyecto, y crear la posibilidad de generar ingresos económicos extra por la actividad de acopio, mejorando en consecuencia su calidad de vida.

b) Fomento al mejoramiento de la calidad en la recolección, acopio e industrialización de majo y de asaí

Tanto el majo como el asaí tienen un gran potencial a ser explotado, pero se debe mejorar de manera importante una serie de aspectos claves para alcanzar una línea sostenible de aprovechamiento de estos recursos.

Primero: se debe partir de la recolección, la cual debe ser regulada para evitar la tala innecesaria de las palmeras, fomentando técnicas de recolección propias y apropiadas para alcanzar la sostenibilidad del ecosistema y seguridad del recolector.

Segundo: organizar y fomentar un sistema de acopio que mejore la disponibilidad de materia prima para crear mayores posibilidades de emergencia de emprendimientos asociados a estas materias primas.

Por último: crear un soporte técnico de apoyo a microempresas ya existentes, relacionadas con la industrialización de majo y asaí, de manera de mejorar su higiene y calidad, para ofertar un producto digno al consumidor final, penetrando de este modo en la demanda potencial insatisfecha hasta el momento.

c) Fomento a la diversificación de productos a base de materia prima de la región amazónica

Sin lugar a duda, el presente proyecto sólo toco un pedazo del sinnúmero de productos potenciales que pueden generarse, por lo que es correcto seguir fomentando la investigación en este campo, en base a una estrategia de diversificación de productos, en busca de crear mayor competitividad y penetración en nuevos mercados.

3.3. Viabilidad y responsables institucionales

Tomando en cuenta lo elaborado sobre el análisis de involucrados al principio de este libro, es importante anotar que los responsables institucionales, que deberían ser considerados para el financiamiento y/o aplicación de políticas públicas, son en primer lugar el Gobierno Central, con sus brazos operativos: la Gobernación del Departamento de Pando y la Secretaría de Desarrollo Productivo.

En segundo lugar, tenemos a los actores ejecutores del estudio, que deben continuar en la siguiente fase, esto es, en el Programa de Investigación Estratégica de Bolivia y en la Universidad Amazónica de Pando. En el caso concreto de esta última: las direcciones de investigación e interacción social.

En lo que hace al Gobierno Central, se piensa que se podría tener un apoyo, especialmente para las políticas públicas relacionadas con la moringa. Esto porque el presidente del país, el señor Evo Morales Ayma, ya conoce las grandes propiedades de la moringa a partir de un viaje que realizó a Cuba. Allá existen políticas de fomento para el mencionado recurso alimenticio, lo cual le llamó la atención, según un encuentro que tuvo el ingeniero boliviano Sergio Condori con el presidente. Recordemos que este ingeniero es considerado como proveedor de semilla y hojas de moringa en el presente estudio.

Bibliografía

Alfaro, N. C. y W. Martínez

2008 *Uso potencial de la moringa (*Moringa oleifera*, Lam) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados*. Cartilla: Caracterización agronómica y nutricional de la *Moringa oleifera* Lam (en el contexto guatemalteco). Guatemala: INCAP. [http://redmarango.una.edu.ni/documentos/18-uso-alimenticion-moringa.pdf]

Alves, R. E., J. B. Menezes, A. B Chitarra y M. I. Fernandes-Chitarra

1992 "Atividade respiratória e características físico-químicas e químicas de acerolas (Malpighia emarginata D.C.) em diferentes estádios de maturação", *Agropecuária Técnica*, v.13, n.1/2: 33-39.

Alves, R. E. y J. B. Menezes

1995 "Botânica da aceloreira". En: São José y Alves, eds.: *Cultura da Acerola no Brasil: produção de Mercado.* Vitória da Conquista: UESB-DFZ.

Alves, R.E.

1996 "Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita". MAARA/SDR-Brasília: EMBRAPA-SPI, 30p.

Assis, S. A., D. C. Lima y O. M. M. de Faria Oliveira

2000 "Acerola's pectin methylesterase: studies of heat inactivation", *Food Chemistry*; v. 71, n.4: 465-467.

A&S

2004 "Maravillas curativas de las hojas de yuca", *Revista interamericana Ambiente y saneamiento*. 32-36

Buitrago, Julián
1990 *La yuca en la alimentación animal*. Cali: CIAT.

Buitrago, J. A., J. L. Gil y B. Ospina
2002 *La yuca en la alimentación avícola. Cuadernos Avícolas*. Bogota: CLAYUCA/FENAVI.
[http://ciat-library.ciat.cgiar.org:8080/jspui/bitstream/123456789/6658/1/alimentacion_avicola.pdf]

Butt, V. S.
1980 "Direct oxidases and related enzymes". En David ed.: *The biochemistry of plants* Vol. 12: *Metabolism and Respiraton*. New York: Academic Press. 81-123

Calvo V., Iván
2007 *La acerola como opción productiva para Costa Rica*. San José: MAG.

Carpio, Griseldo *et al.*
2010 *Los usos del asaí. Aprovechamiento en comunidades de la Reserva Manuripi*. Pando: UAP/PIEB.

Carvalho, I. T. y N. B. Guerra
1995 "Suco de acerola, estabilidade durante o armazenamento". En: São josé y Alves eds.: *Cultura da Acerola no Brasil: produção de Mercado.* Vitória da Conquista: UESB-DFZ. p. 102-105.

CEATA-Centro Experimental de Asistencia Técnica Agropeguario
2007 *Transformación del fruto de majo (Oenocarpus bataua). Recomendaciones para su aprovechamiento sostenible. Guía para técnicos extensionistas*. La Paz: Conservación Internacional.

CLAYUCA
2002 "La hoja de yuca es una de las plantas más ricas del planeta", *El Tiempo*, Sección Ecológica.

Domínguez, Carlos E.
1981 *Yuca: Investigación, producción y utilización*. Documento de trabajo No. 50. Programa de Yuca. Cali: CIAT.

EMBRAPA
2007 *Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro*. Manaus, Brasil.

FAO-Food and Agriculture Organization
2002 *Nutrients in 100 grams of tree nuts and peanuts.* [http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE613/pdf/usda02.pdf]

FAO-Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe
2009 *Tabla de composición de alimentos de América Latina.* [http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/que-hace-fao/estadisticas/composicion-alimentos/] Consulta: 15 de septiembre de 2012.

Folkard, G. K. y J. P. Sutherland
1994 "Moringa oleifera. A multipurpose tree", *Footsteps* 20:14-1 S.

Graviola.es
2011 "Riego y cuidados de la graviola" [http://graviola.es/riego-y-cuidados-de-la-graviola/] Consulta: 15 de marzo de 2013.

Gomes, E., P. Dilermando, A. B. G. Martins y A. S. Ferraudo
2000 "Análise de grupamentos e de componentes principais no processo seletivo em genótipos de aceloreira (Malpighia emarginata DC.)", *Revista Brasileira de Fruticultura* 22: 36-39.

Hernández, M. y J. Barrera
2004 *Investigación en el manejo y transformación de frutos nativos de la Amazonía colombiana.* Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Colombia.

http://www.elmundoalinstante.com
2010 "La guanábana 'graviola' es la planta anticancerígena más poderosa del planeta, utilizada desde hace más de 40 años en Estados Unidos, Europa y en Asia" [http://www.elmundoalinstante.com/contenido/medicina-alternativa/la-guanabana-"-graviola"-es-la-planta-anticancerigena-mas-poderosa-del-planeta-utilizada-desde-hace-mas-de-40-anos-en-estados-unidos-europa-y-en-asia/]

IBCE-Instituto Boliviano de Comercio Exterior
2010 *Perfil de Mercado. Copoazú y achachairú.* [http://ibce.org.bo/images/estudios_mercado/perfil_mercado_Copuasu_AchacairuCB08.pdf]

Lima, H.
1993 *Conservação pós-colheita do cupuaçu* [Theobroma grandiflorum *(Willdenow ex. Sprengel) Schumann*] *em condições ambiente e sobrefrigeração.* Tese de Mestrado, INPA/FUA. Manaus, Brasil.

Machado, A. V., E. L. Oliveira, E. S. Santos, J. Araújo de Oliveira y L. Moura de Freitas
2012 "Estudo da influência da espessura no tempo de secagem do pedúnculo de caju em secadores solar de radiação direta e indireta", *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável*, v. 7, n. 1. p. 44-51 [http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1182]

"Madre Tierra Amazónica y el copoazú" (en línea)
2009 *La Prensa* [http://www.laprensa.com.bo/domingo/06-09 09/06_09_09_edicion3.php] Consulta: 18 de octubre de 2011.

Manica, I. y R. I. N. de Carvalho
1995 "Acerola, pesquisa e extensão no Rio Grande do Sul". En: São José y Alves, eds.: *Cultura da Acerola no Brasil: produção de Mercado*. Vitória da Conquista: UESB-DFZ.p.160

Medrano, Stephanie
2010 "Obtención de deshidratados de borojó (*Borojoa patinoi*) y copoazú (*Theobroma grandiflorum*) mediante procesos térmicos de secado con aire forzado". Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Ecuador. [http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2291/1/CD-3031.pdf]

Meneses, R. I. y S. Beck
2005 *Especies amenazadas de la flora de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia/Fundación PUMA. 34 p.

Mezadri, T., M. S. Fernández-Pachón, D. Villaño, M. C. García-Parrilla y A. M. Troncoso

2006 "El fruto de la acerola: composición y posibles usos alimenticios", *Archivos Latinoamericanos Nutrición*, Caracas. V.56, No. 2: 101-109.

Miranda, Jeyson *et al.*

2008 *El majo una alternativa para el biocomercio en Bolivia*. La Paz: Ediciones Trópico.

Moraes R., M.

2004 *Flora de palmeras de Bolivia*. La Paz: Herbario Nacional de Bolivia/Instituto de Ecología, UMSA/Plural editores. 262 p.

Nakasone, H. I., R. K. Miyashita y G. M. Yamane

1966 "Factors affecting ascorbic acid content of acerola (Malpighia glabra l.)", *Journal of the American Society for Horticultural Science,* p.89: 161-166.

Necochea, C.

2002 "Hoja de la planta de yuca supera a la espinaca", *Revista Vida y Futuro*. Disponible en Línea: http://www.siamazonia.org.pe/detallesnoticioas/oct65%202002/yuca_supera_espinaca.htm Consulta: 25 de abril de 2012.

Netto, M. L.

1986 *Acerola o cereja tropical*. Sao Paulo: Nobel/Dier-berger.

Oliveira, M. E. B., M. S. R. Bastos, T. Feitosa, M. A. A. C. Branco y M. G. G. Silva

1999 "Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju", *Ciência e Tecnologia de Alimentos*; 19: 326-332. Brasil.

Padmaja, G.

1995 "Culpables de la toxicidad de la yuca: ¿los cianógenos o el bajo contenido de proteína?", *Yuca Boletín Informativo*. Vol.19, No.2.

Rojas, S., J. A. Zapata, A. E. Pereira, E. Varón, C. Cárdenas y F. M. Cadena

1996 "El cultivo de copoazú (Theobroma grandiflorum) en el Piedemonte Amazónico colombiano". Bogotá: CORPOICA.

[http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2012/OV/OV201202902002902.xml;CO20000008626]

Santos, A. R. L., D. H. Reinhardt, W. R. Silveira, J. R. P. Oliveira y R. C. Caldas
1999 "Qualidade pós-colheita de acerola para processamento, em função de estádios de maturação e condições de armazenamento", *Revista Brasileira de Fruticultura* 21: 365-371.

Schauss, A. G., X. Wu, R. L. Prior, B. Ou, D. Patel, D. Huang, J. P. Kababick
2006 "Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried amazonian palmberry, Euterpe oleraceae Mart. (acai)", *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54 (22).

Souza, M. C. M, T. H. S. Rodrigues, M. V. P. Rocha y L. R. B. Gonçalves
2005 "Cinética de secagem do caju". En: I Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita de Frutos Tropicais (SBPCFT). Brasil. 52-57.

Souza, L. G. M.
2007 "Obtenção de tomates secos utilizando um sistema de secagem solar construído com materiais alternativos". 8° Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica; v.6: 135-139.

Urano, J. E., C. H. Müller, R. L. Benchimol, A. K. Kate y R. M. Alves
1999 *Copoasu* [Theobroma grandiflorum*(Willd. Ex Spreng.) Shum.*]. *Cultivo y utilización. Manual Técnico*. FAO/Ministerio de Cooperación Técnica del Reino de los Países Bajos/TCA. [http://www.otca.org.br/publicacao/SPT-TCA-VEN-SN%20copoasu.pdf]

Wanapat, M.
2002 "Role of cassava as animal feed". En: 7th Regional Cassava Workshop. Memorias CLAYUCA. Palmira, Colombia. CD 1.

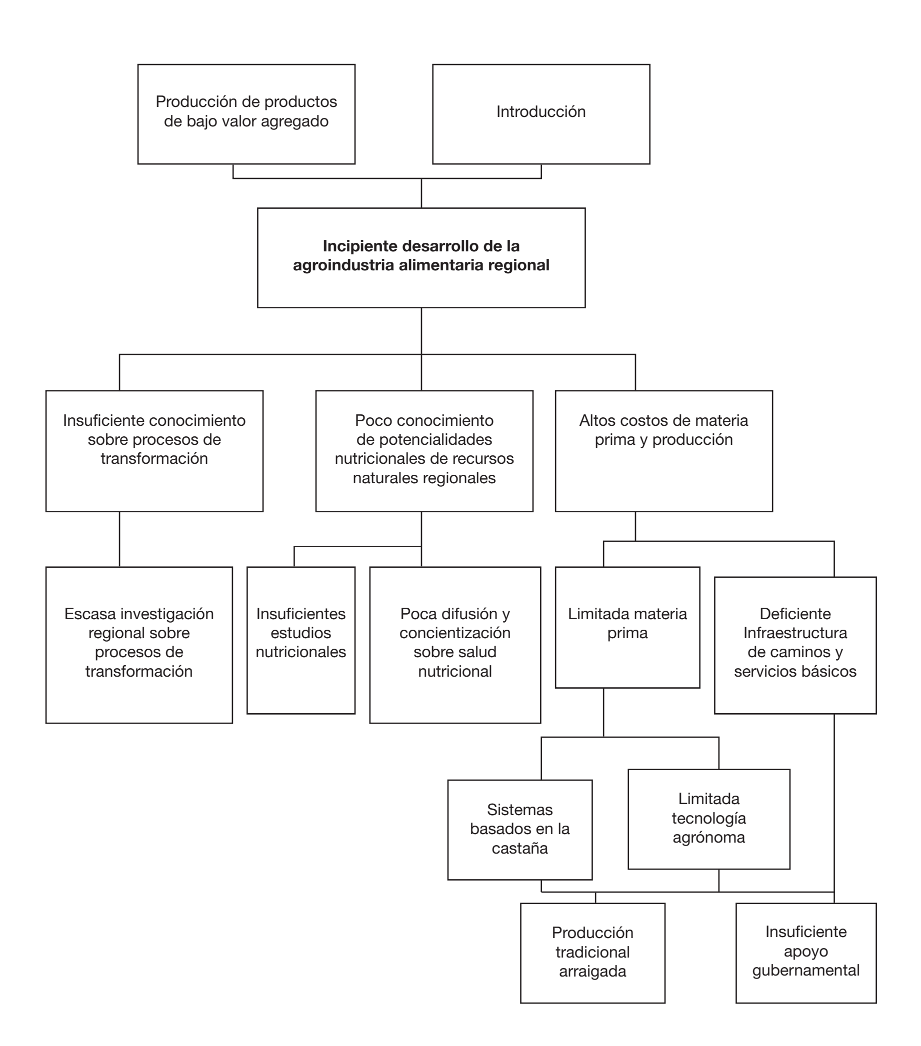
Weber, P., A. Bendich y W. Schalch
1996 "Vitamin C and human health: a review of recent data relevant to human requeriments", *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 66: 19-30.

Zapata, J., A. Pereira y E. Varón
1996 "El cultivo de copoazú", *Corpoica Regional* 10. Florencia, España. 3-12.

Anexos

Anexo A

Árbol de problemas

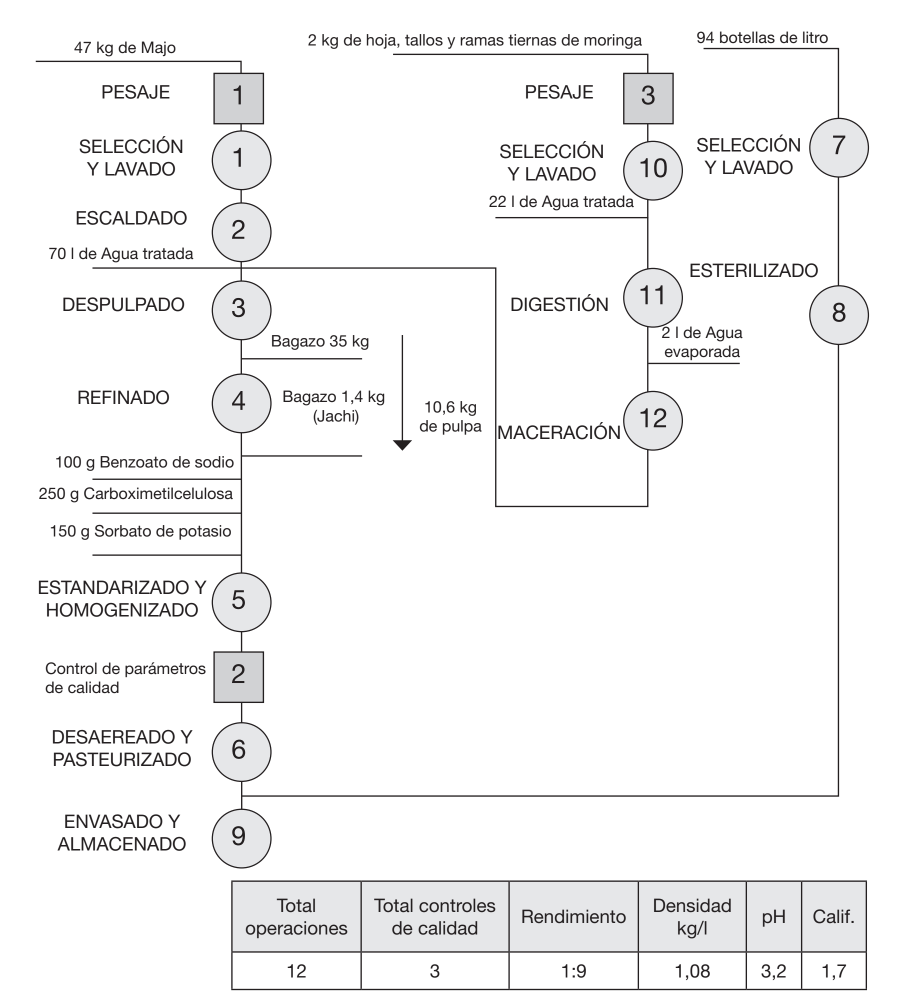


Anexo B

Cursogramas sinópticos, diagramas de equipos y fichas técnicas de producto

Cursogramas sinópticos

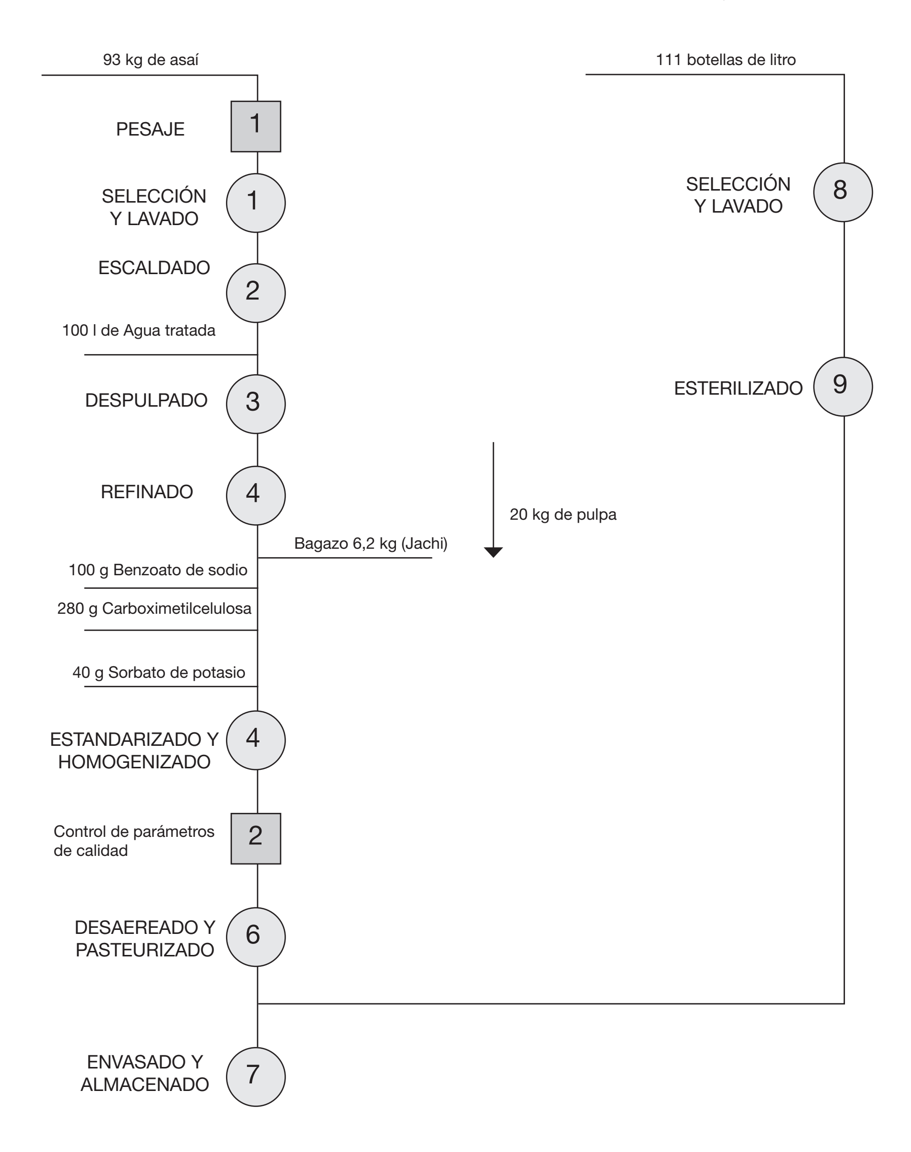
a) Cursograma sinóptico para 94 botellas de leche de majo pasteurizada y fortificada (101 kg)



Total operaciones	Total controles de calidad	Rendimiento	Densidad kg/l	pH	Calif.
12	3	1:9	1,08	3,2	1,7

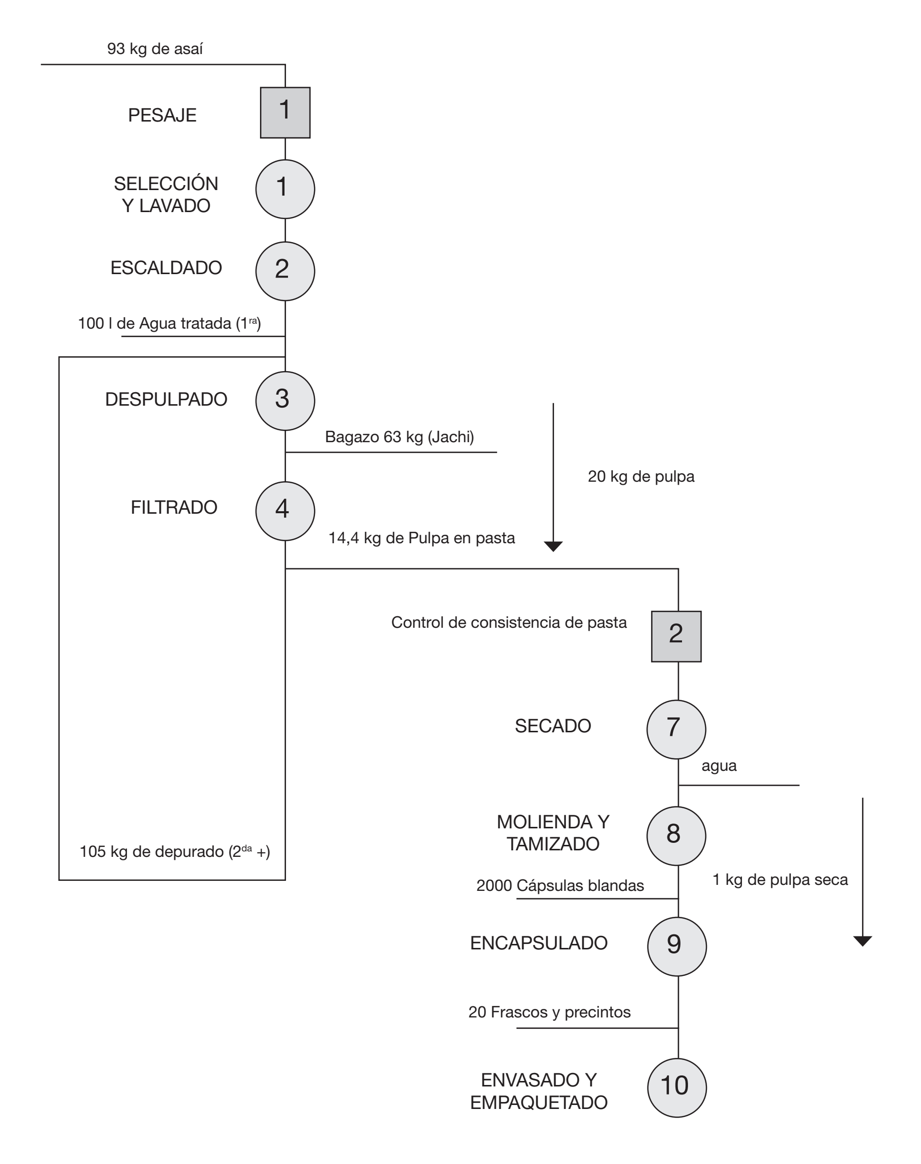
$$Calif = \left(1 + \frac{\text{Total Operaciones Mínima (5)} - \text{Total Operaciones (X)}}{\text{Total Operaciones máxima (12)}}\right) * 4$$

b) Cursograma sinóptico para 111 botellas de litro de jugo de asaí



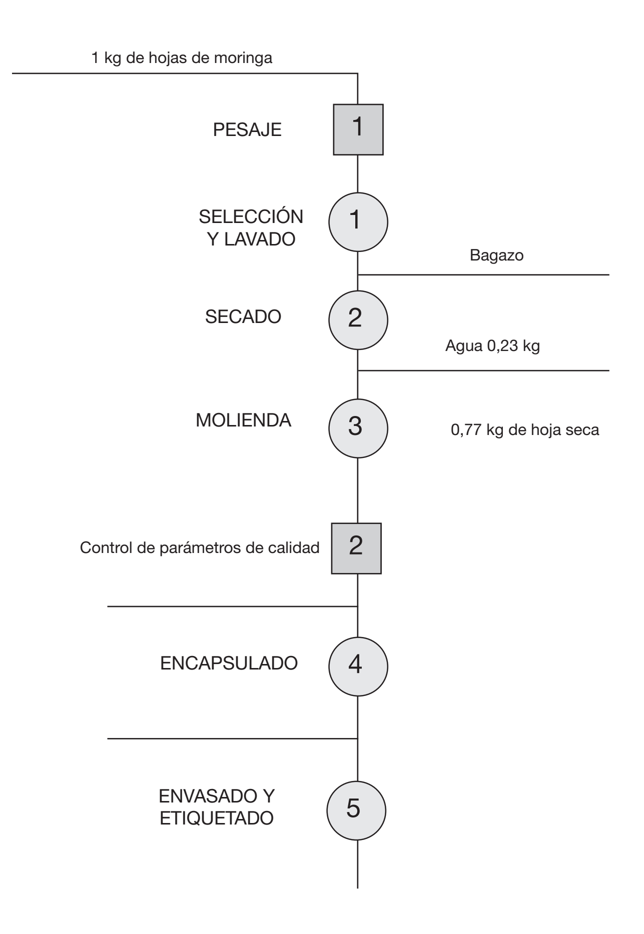
Total operaciones	Total controles de calidad	Rendimiento pulpa	Densidad kg/l	pH	Calif.
9	2	1:5	1,08	3,2	2,7

c) *Cursograma sinóptico para 1 paquete de 20 frascos de 100 cápsulas de asaí en polvo*



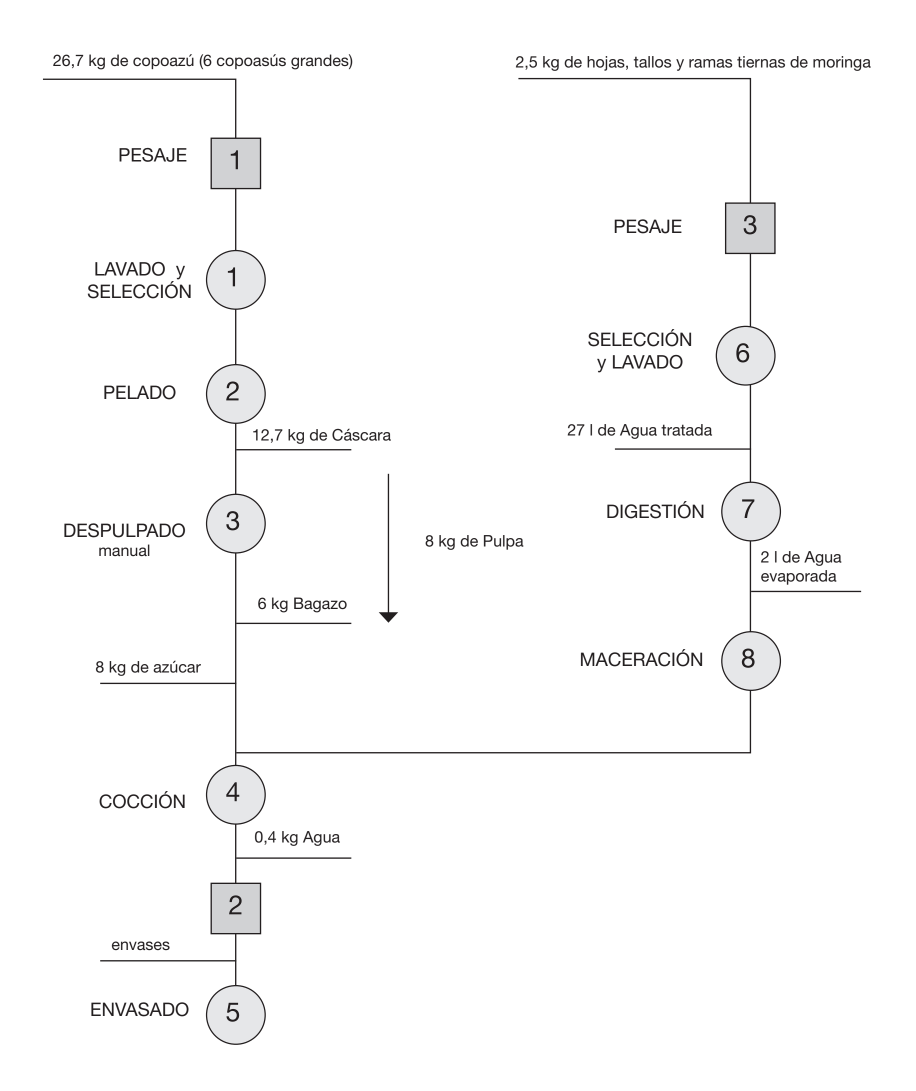
Total operaciones	Total controles de calidad	Densidad kg/l	Rend.	Calif.
10	2	1,08	93:1	2,3

d) Cursograma sinóptico para 15 $^{2/5}$ frascos de 100 cápsulas de moringa en polvo



Total operaciones	Total controles de calidad	Rendimiento de la hoja	Densidad kg/l	Humedad	Rendimiento del secado	Calif.
10	2	3:2	1,08	8,94%	0,70	4

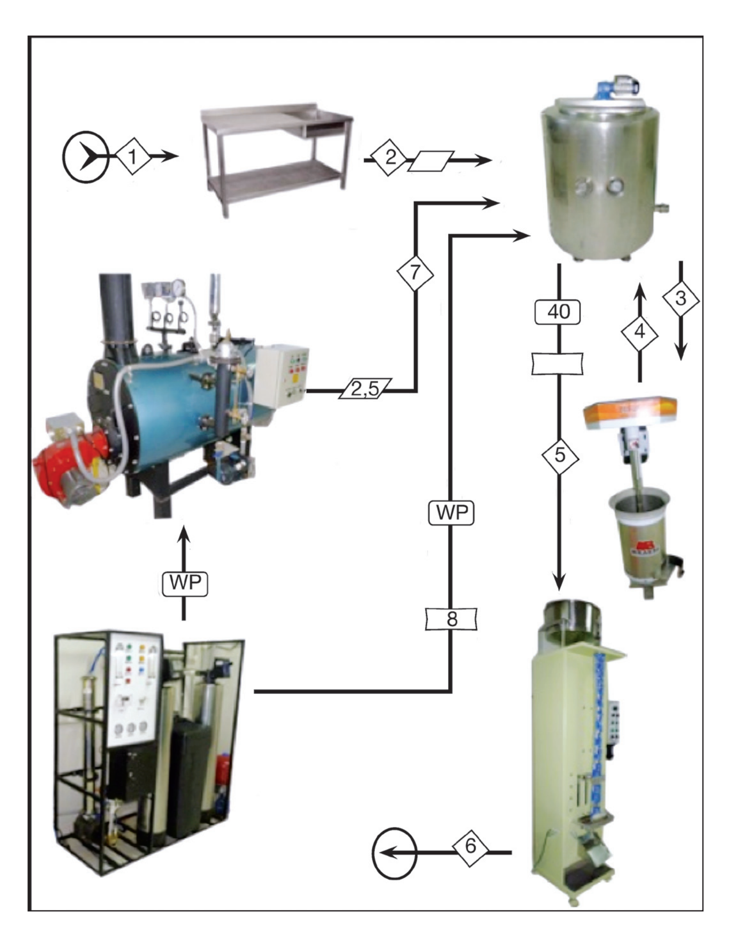
e) Cursograma sinóptico para 15,6 kg de mermelada de copoazú fortificada



Total operaciones	Total controles de calidad	Rendimiento pulpa	Densidad kg/l	Relación pulpa azúcar	pH	Calif.
9	3	1:5	1,75	1:1	2,8	2,7

Diagrama de equipos

Diagrama de flujos de equipos en ciclo productivo de leche de majo en Planta Piloto UAP



#	Descripción
1	Frutos de majo
2	Majo limpio y seleccionado
3	Majo escaldado
4	Leche de majo
5	Leche de majo pasteurizada y fortificada
6	Producto envasado
7	Vapor de agua
8	Agua tratada

Fichas Técnicas de Producto

FICHA TÉCNICA: CÁPSULAS DE MORINGA	
Descripción: Suplemento alimenticio rico en proteína, vitaminas y minerales. Características fisicoquímicas: Densidad: 0,53 kg/l Humedad: 8,94 % Presentación: Polvo deshidratado de hojas de moringa contenido en cápsulas blandas tamaño 00 envasadas en un frasco color ámbar con un total de cien cápsulas por frasco. Almacenamiento: En un lugar seco a temperatura ambiente. Vida útil: 1 año.	Composición nutricional: (ver tabla) Formulación estándar: 100% hojas de moringa Rendimiento de la hoja de moringa: 3:2 Rendimiento del secado: 0,7

Composición nutricional:

Parámetro	Unidad	Valor
Proteína	%	28,72
Grasa	%	6,98
Hidratos de carbono	%	46,21
Valor energético	kcal/100g	362,54
Cenizas	%	9,15
Calcio	mg/100g	1568,78
Hierro	mg/100g	28,66
Fósforo	mg/100g	312,16
Vitamina C	mg/100g	174

FICHA TÉCNICA: MAJO FORTIFICADO

Descripción:
La leche de majo tiene altamente propiedades nutritivas similar a la leche de vaca, con excepción de la lactosa, a la cual muchas personas son alérgicas.

Características organolépticas:
Olor: A chocolate, intenso
Sabor: Dulce, suave. Se percibe a jugo de vegetales, agradable.
Apariencia: Espeso, cremoso, color a chocolate.

Características fisicoquímicas:
Densidad: 1,08 kg/l
Humedad: 95,3 %
°BRIX: 1,0
pH: 3,2

Presentación:
Botella de vidrio de un litro con un color ámbar.

Almacenamiento:
Mantener refrigerado entre 1 y 6°C

Composición nutricional:

Parámetro	Unidad	Valor
Proteína	%	0,34
Grasa	%	3,12
Hidratos de carbono	%	1,31
Valor energético	kcal/100g	34,68
Cenizas	%	0,20
Calcio	mg/100g	6,53
Hierro	mg/100g	0,53
Fósforo	mg/100g	41,48

Formulación estándar:

Ingrediente	Porcentaje
Pulpa de majo	10,48
Extracto de moringa	19,78
Agua tratada	69,24
Carboximetilce-lulosa	0,25
Benzoato de sodio	0,10
Sorbato de potasio	0,15

Rendimiento del majo: 1:9

FICHA TÉCNICA: JUGO DE ASAÍ

Descripción:
Delicioso suplemento alimenticio en formato de jugo de fruta. Durante cientos de años las poblaciones amazónicas han estado utilizando esta baya púrpura oscuro como un suplemento en sus dietas y se han beneficiado de ella en muchas formas diferentes, cuidando su bienestar y salud de forma fácil y natural.

Características organolépticas:
Olor: Ligero a aceituna negra, algo a fenol
Sabor: Dulce, ligeramente a ciruelo
Apariencia: Ligeramente denso, homogéneo, color rojizo pronunciado.

Características fisicoquímicas:
Densidad: 1,06 kg/l
Humedad: 97,75 %
°BRIX: 2,0
pH: 4,81

Presentación:
Botella de vidrio de un litro con un color ámbar.

Almacenamiento:
Mantener refrigerado entre 1 y 6°C

Vida útil: 40 días

Composición nutricional:

Parámetro	Unidad	Valor
Proteína	%	0,22
Grasa	%	0,79
Hidratos de carbono	%	1,10
Valor energético	kcal/100g	12,39
Cenizas	%	0,14
Calcio	mg/100g	6,70
Hierro	mg/100g	0,25
Fósforo	mg/100g	32,96

Formulación estándar:

Ingrediente	Porcentaje
Pulpa de asaí	16,61
Agua tratada	83,04
Carboximetilcelulosa	0,23
Benzoato de sodio	0,08
Sorbato de potasio	0,03

Rendimiento del asaí: 1:5

FICHA TÉCNICA: MERMELADA DE COPOAZÚ

Descripción:
La mermelada de copoazú se une al boom creciente de esta fruta mediante un producto totalmente natural, orgánico y de larga vida. Es uno de los productos que más estabilidad presenta, sin perder sus características organolépticas ni presentar desequilibrios que llevarán a cristalización o sinéresis.

Características organolépticas:
Olor: A caramelo, ligeramente ahumado
Sabor: Dulce, ligeramente ácido acaramelado.
Apariencia: Carnoso, con poca fibra.

Características fisicoquímicas:
Densidad: 1,68 kg/l
Humedad: 35,42 %
°BRIX: 63,2
pH: 3,56

Presentación:
Envasada en frascos de vidrio tipo watts con aproximadamente 450 gr de contenido neto, con tapa *twist-off*. Las particulares en el envase, etiqueta y contenido son de alta calidad como esta fruta se merece.

Almacenamiento:
A temperatura ambiente.

Vida útil: 6 meses

Composición nutricional:

Parámetro	Unidad	Valor
Proteína	%	0,53
Grasa	%	0,25
Hidratos de carbono	%	63,49
Valor energético	kcal/100g	258,33
Cenizas	%	0,31
Calcio	mg/100g	9,71
Hierro	mg/100g	0,71
Fósforo	mg/100g	84,58

Formulación estándar:

Ingrediente	Porcentaje
Pulpa de copoazú	50,00
Sacarosa	49,50
Pectina	0,50

Rendimiento del copoazú: 1:5

FICHA TÉCNICA: ASAÍ EN POLVO

Descripción:
Suplemento alimenticio con todas las grandes propiedades del asaí.

Características fisicoquímicas:
Densidad: 0,57 kg/l
Humedad: 7,97 %

Presentación:
Polvo deshidratado contenido en cápsulas blandas tamaño 00 envasadas en un frasco color ámbar con tapa *push-down-and-turn*, con un total de cien cápsulas por frasco.

Almacenamiento:
En un lugar seco a temperatura ambiente.

Vida útil: 1 año.

Composición nutricional:

Parámetro	Unidad	Valor
Proteína	%	3,77
Grasa	%	3,49
Hidratos de carbono	%	83,68
Valor energético	kcal/100g	381,21
Cenizas	%	1,09
Calcio	mg/100g	98,61
Hierro	mg/100g	7,95
Fósforo	mg/100g	294,34

Formulación estándar:

Ingrediente	Porcentaje
Asaí	100,00

Rendimiento: 93:1

Anexo C

Requerimientos en maquinaria y herramientas

Requerimientos

ÍTEM 1: Caldero de Vapor	
Capacidad	10 BHP
Características generales	Caldero piro tubular Tipo Horizontal - Presión de funcionamiento: 1,5 bares - Presión de testeo: 5 bares - Alimentación con agua a 25 ºC - Rendimiento mínimo 80% - Quemador forzado para GLP - Equipado con un tanque de condensados (Diámetro 500 mm largo 800 mm)
ÍTEM 2: Tanque de Proceso (Marmita)	
Capacidad	250 Litros
Características generales	Material de los cilindros: Acero Inoxidable AISI 304 - Tubo de alimentación de 1 plg. (Acero Inoxidable) - Tubo de salida de producto de 1.5 plg. (Acero Inoxidable, con válvula mariposa y Clamp, - Agitador (Acero Inoxidable). Motoreductor, de 0,5 Hp, 25-30 RPM y 2 álaves - Termómetro de 2 plg. de Dial, con rango de 0ºC -100ºC - Acabado interno y externo tipo sanitario - Prueba hidráulica de 3 Bares – Aislamiento con lana de vidrio
ÍTEM 3: Mesa para Despulpado	
Características generales	Dimensiones 1.000x600 mm - 100% acero inoxidable - Lámina de la mesa calibre 16
ÍTEM 4: Despulpador	
Capacidad	20 litros
Características generales	Dos tamices para toda fruta intercambiables
ÍTEM 5: Balde de acero inox. x 2	
Capacidad	20 litros - Acero inoxidable
ÍTEM 6: pH metro digital	
Precisión	±0,01
Características generales	Con pack de soluciones, buffers de calibración y soluciones de mantenimiento de electrodos Rango- 0 – 14

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación de la página anterior)

ÍTEM 7: Brixómetro (refractómetro)	
Precisión	±0,1
Características generales	Grados Brix: Rango: 0 – 30 - Resolución: 0,1 - Precisión: ±0,1 Lecturas instantáneas con aproximadamente una muestra de 0.4 ml.
ÍTEM 8: Balanza digital de precisión	
Capacidad	2.000 g
Características generales	Precisión: 0,1 g
ÍTEM 9: Cajas de plástico para almacenamiento de materia prima	
Capacidad	20 Kg
ÍTEM 10: Freezer	
Capacidad	500 litros
	Interior de acero galvanizado - Ruedas de alta resistencia - Tipo: horizontal
ITEM 11: Equipo de tratamiento de agua	
Características generales	Equipado con filtro de carbón activado, intercambiador catiónico, osmosis inversa, lámpara UV, afinador, pre-filtro y equipo de ozono
ITEM 12: Ropa de trabajo	
Características generales	Guantes de látex, mandil, barbijo, gorro y botas de goma

Fuente: Planta Piloto de Procesos Industriales UAP.

Anexo D

Matrices de selección y priorización

Matrices de Selección de Materia Prima

	ASAÍ			MAJO			MORINGA		
Factor crítico	Calif.	Pond.	Calif. ponderada	Calif.	Pond.	Calif. ponderada	Calif.	Pond.	Calif. ponderada
Disponibilidad	2	0,15	0,3	3	0,15	0,45	2	0,15	0,3
Precio	3	0,1	0,3	3	0,1	0,3	4	0,1	0,4
Aporte Nutricional	4	0,3	1,2	4	0,3	1,2	4	0,3	1,2
Facilidad de procesamiento	3	0,05	0,15	3	0,05	0,15	4	0,05	0,2
Rendimiento	4	0,05	0,2	4	0,05	0,2	4	0,05	0,2
Apreciación Organoléptica	4	0,15	0,6	3	0,15	0,45	1	0,15	0,15
Durabilidad	3	0,1	0,3	3	0,1	0,3	4	0,1	0,4
Mercado	4	0,1	0,4	3	0,1	0,3	1	0,1	0,1
Total		1	3,45		1	3,35		1	2,95
	COPOAZÚ			ACEROLA			HOJAS DE YUCA		
Factor crítico	Calif.	Pond.	Calif. ponderada	Calif.	Pond.	Calif. ponderada	Calif.	Pond.	Calif. pond.
Disponibilidad (Producción agroforestal)	4	0,15	0,6	2	0,15	0,3	4	0,15	0,6
Precio	3	0,1	0,3	2	0,1	0,2	4	0,1	0,4
Aporte Nutricional	2	0,3	0,6	3	0,3	0,9	2	0,3	0,6

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación de la página anterior)

	COPOAZÚ			ACEROLA			HOJAS DE YUCA		
Factor crítico	Calif.	Pond.	Calif. ponderada	Calif.	Pond.	Calif. ponderada	Calif.	Pond.	Calif. pond.
Facilidad de procesamiento	2	0,05	0,1	4	0,05	0,2	1	0,05	0,05
Rendimiento	2	0,05	0,1	3	0,05	0,15	3	0,05	0,15
Apreciación Organoléptica	4	0,15	0,6	4	0,15	0,6	1	0,15	0,15
Durabilidad	2	0,1	0,2	2	0,1	0,2	4	0,1	0,4
Mercado	4	0,1	0,4	3	0,1	0,3	1	0,1	0,1
Total		1	2,9		1	2,85		1	2,45

	SININI			CAYÚ		
Factor crítico	Calificación	Ponderación	Calificación ponderada	Calificación	Ponderación	Calificación ponderada
Disponibilidad	2	0,15	0,3	2	0,15	0,3
Precio	2	0,1	0,2	2	0,1	0,2
Aporte Nutricional	3	0,3	0,9	2	0,3	0,6
Facilidad de procesamiento	4	0,05	0,2	2	0,05	0,1
Rendimiento	3	0,05	0,15	3	0,05	0,15
Apreciación Organoléptica	2	0,15	0,3	3	0,15	0,45
Durabilidad	1	0,1	0,1	2	0,1	0,2
Mercado	2	0,1	0,2	3	0,1	0,3
Total		1	2,35		1	2,3

Fuente: Elaboración propia.

Matrices de jerarquización de productos

JUGO DE ASAÍ			
Indicador	Calificación	Ponderación	Calificación ponderada
Aporte Nutricional	0,5	0,150	0,08
Disponibilidad de MP e insumos	0	0,150	0,00
Durabilidad	0,4	0,100	0,04
Baja inversión	0,7	0,040	0,03
Sencillez de proceso	2,7	0,040	0,11
Demanda potencial	3,3	0,100	0,33
Precio competitivo	3,6	0,100	0,36
Apreciación organoléptica	3,42	0,150	0,51
Grado de competencia	2	0,150	0,30
Compatibilidad con otros productos	4	0,020	0,08
		1,00	1,83

LECHE DE MAJO FORTIFICADA			
Indicador	Calificación	Ponderación	Calificación ponderada
Aporte Nutricional	0,8	0,150	0,12
Disponibilidad de MP e insumos	4	0,150	0,60
Durabilidad	0,5	0,100	0,05
Baja inversión	0,7	0,040	0,03
Sencillez de proceso	1,7	0,040	0,07
Demanda potencial	0,1	0,100	0,01
Precio competitivo	3,8	0,100	0,38
Apreciación organoléptica	3,25	0,150	0,49
Grado de competencia	3	0,150	0,45
Compatibilidad con otros productos	4	0,020	0,08
		1,00	2,27

ASAÍ EN POLVO			
Indicador	Calificación	Ponderación	Calificación ponderada
Aporte Nutricional	0,7	0,181	0,13
Disponibilidad de MP e insumos	4	0,181	0,73
Durabilidad	4	0,131	0,53
Baja inversión	1,3	0,071	0,09
Sencillez de proceso	2,3	0,071	0,16
Demanda potencial	1,6	0,131	0,21
Grado de competencia	3	0,181	0,54
Compatibilidad con otros productos	3	0,051	0,15
		1,000	2,54

MORINGA EN CÁPSULAS			
Indicador	Calificación	Ponderación	Calificación ponderada
Aporte Nutricional	4	0,181	0,73
Disponibilidad de MP e insumos	3	0,181	0,54
Durabilidad	4	0,131	0,53
Baja inversión	4	0,071	0,29
Sencillez de proceso	4	0,071	0,29
Demanda potencial	1,9	0,131	0,25
Grado de competencia	3	0,181	0,54
Compatibilidad con otros productos	1	0,051	0,05
		1,000	3,21

MERMELADA DE COPOAZÚ			
Indicador	Calificación	Ponderación	Calificación ponderada
Aporte Nutricional	0,5	0,150	0,08
Disponibilidad de MP e insumos	1	0,150	0,15
Durabilidad	2	0,100	0,20
Baja inversión	1,6	0,040	0,06
Sencillez de proceso	2,7	0,040	0,11
Demanda potencial	4	0,100	0,40
Precio competitivo	0,6	0,100	0,06
Apreciación organoléptica	3,7	0,150	0,56
Grado de competencia	1	0,150	0,15
Compatibilidad con otros productos	1	0,020	0,02
		1,000	1,78

Fuente: Elaboración propia.

Anexo E

Datos y cálculos estudio de factibilidad

Tiempos estándar leche de majo y jugo de asaí

UNIDAD PRODUCTIVA: 188 BOTELLAS DE LECHE DE MAJO – 94 KG DE MAJO CRUDO							
#	Tiempo estándar	# operarios	Observación	#	Tiempo estándar	# operarios	Observación
1	26 min/UP	2	Esta operación puede realizarse en tiempos muertos y luego almacenar la materia prima ya lavada.	7	52 min/UP	2	Estas operaciones se realizan en paralelo a las operaciones 3-4-5-6.
2	18 min/UP	1		8	26 min/UP	2	
3	9 min/7,2 kg * 13 = 117 min/UP	4	En planta piloto sólo se tiene una despulpadora y para llegar a la unidad productiva se tienen que hacer 13 pasadas de 7,2 kg de majo escaldado.	9	50 min/UP	4	
4	2 min/7,2 kg * 13 = 26 min/UP	4		10	10 min/UP	6	La obtención del extracto se deberá hacer por separado, con una unidad productiva de 250 litros y luego almacenada para la adición directa en la leche de majo.
5	10 min/UP	1		11	127 min/UP	1	
6	30 min/UP	1		12	53 min/UP	0	

Operaciones críticas: 2-3-4-5-6-9-10-11-12
Total de trabajadores: 6
El tiempo total por unidad productiva de 188 botellas de leche de majo es: 7,35 hrs o 441 min.

Cálculo de la depreciación de activos fijos (en Bolivianos)

ACTIVOS FIJOS	Precio de compra	Vida útil	Dep. Anual	Dep. Mens
Equipos Computacionales	4.000	4	1.000	83,33
Muebles y enseres	15.000	10	1.500	125,00
Secador solar de cabina (Cap. 50 Kg)	1.800	8	225	18,75
Moledora	13.125	8	1.640,63	136,72
Encapsuladora manual (300 cápsulas)X3	77.076,90	8	9.634,61	802,88
Infraestructura	350.000	20	17.500	1.458,33
Vehículo	140.000	5	28.000	2.333,33
Herramientas en general	2.200	4	550	45,83
Terreno	140.000		0	0,00
TOTAL	743.201,9		60.050,2	5.004,19

INVERSIÓN EN ACTIVO DIFERIDO	
Licencia de funcionamiento	83
Registro de Comercio	584,5
Testimonio de la escritura pública de constitución social	50
Balance de apertura	500
Afiliación en la Caja Nacional de Salud	13
Inscripción de empleadores	80
Registro sanitario de industrias procesadoras de alimentos, procesadoras de alimentos semi-industriales y artesanales	800
Manifiesto ambiental	3.500
TOTAL	5.610,5
Amortización de activos diferidos a cinco años	1.122,1

TOTAL INVERSIÓN = ACTIVOS FIJOS + ACTIVO DIFERIDO + CAPITAL DE TRABAJO

TOTAL INVERSIÓN = Bs. 743.201,90 + 5.610,50 + 189.400 = 938.212,40

Análisis de los insumos

Insumo	Precio por frasco en Santa cruz	Costo de transporte	Precio por cada 100 en Cobija
Cápsulas	1,50	0,001	1,501
Frascos	1,80	0,010	1,810
Etiqueta	0,47	0,000	0,470
	3,77		3,781

Gastos de transporte

Gastos de transporte	Volumen del camión (ft^3)	Volumen (ft^3) producto	Producto por camión	Costo por camión Bs.	
Transporte inter-departamental	8.000	0,03	266.667 frascos	2.300	0,009 Bs/ frasco
Distribución Cobija	50		1.667 frascos	30 (gasolina estimada)	0,018 Bs/frasco

Los gastos de transporte se refieren principalmente al costo del camión de distribución interdepartamental. El costo de un camión, sin importar el precio de la mercadería, es de Bs. 1.700 a La Paz, Bs. 2.300 a Cochabamba y Bs. 2.750 a Santa Cruz. En tabla están los cálculos que se realizaron para estimar el gasto de transporte por frasco de moringa.

Gastos energía eléctrica

Equipo	Tiempo de uso al día	Tiempo de uso al año	Potencia kwatt	Costo anual Bs.	Tipo de costo	
Moledora	0,3	93,60	1,50	139,00	Variable	Total costo variable
Computadora	4	1.248,00	0,16*	197,68	Fijo	0,023
Impresora	0,4	124,80	0,15	18,53	Fijo	Total costo fijo
Aire acondicionado	8	2.496,00	1,80	4.447,87	Fijo	4.664,088

* Computadora completa con monitor LCD.
La tarifa de energía eléctrica en Cobija es de Bs. 0,99 por kwatt-hora.

Cálculo de indicadores

Con todos los cálculos realizados hasta ahora, realizamos el cálculo del valor actual neto y la tasa interna de retorno:

ESTADOS DE RESULTADOS						
Año	0	1	2	3	4	5
Objetivo de mercado Cobija	0	124	248	372	496	620
Objetivo de mercado Eje	0	5.812	11.624	23.249	46.498	92.996
Objetivo de mercado total	0	5.937	11.874	23.624	46.998	93.621
Ingreso por ventas de frascos	0	178.117	356.235	708.719	1.409.938	2.808.626
IVA	0,00	23.155,25	46.310,49	92.133,48	183.291,97	365.121,44
Total Ingresos	0,00	154.962,03	309.924,06	616.585,62	1.226.646,25	2.443.504,99
Total costos	0,00	374.788,30	401.841,73	472.967,50	656.406,92	938.439,89
Costos variables	0,00	39.639,51	56.806,49	108.410,61	211.080,48	415.881,85
Materia prima*	0,00	1.953,04	3.906,08	7.771,04	15.459,85	30.796,34
Energía eléctrica	0,00	4.800,56	4.937,11	5.207,35	5.744,95	6.817,28
Insumos	0,00	22.447,12	44.897,43	89.322,23	177.699,21	353.980,55
Gastos de Transporte	0,00	1.532,93	3.065,87	6.109,98	12.176,46	24.287,68
Costos de fijos	0,00	8.905,86	17.811,73	35.435,96	70.496,91	140.431,32
Depreciación	0,00	335.148,79	345.035,24	364.556,89	445.326,44	522.558,04

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación de la página anterior)

ESTADOS DE RESULTADOS						
Año	0	1	2	3	4	5
Amortización de activos diferidos	0,00	60.050,24	60.050,24	60.050,24	60.050,24	60.050,24
MOD	0,00	1.122,10	1.122,10	1.122,10	1.122,10	1.122,10
Sueldos Administrativos	0,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	144.000,00	144.000,00
Publicidad y promoción	0,00	144000,00	144000,00	144000,00	162000,00	162000,00
Otros servicios	0,00	180,00	270,00	405,00	607,50	911,25
Imprevistos	0,00	890,59	1.781,17	3.543,60	7.049,69	14.043,13
Utilidad Bruta	0,00	-219.826,27	-91.917,66	143.618,13	570.239,33	1.505.065,10
IUE	0,00	0,00	0,00	35.904,53	142.559,83	376.266,27
Utilidad Neta	0,00	-219.826,27	-91.917,66	107.713,60	427.679,50	1.128.798,82
(+) AAD	0,00	1.122,10	1.122,10	1.122,10	1.122,10	1.122,10
(+)Depreciación	0,00	60.050,24	60.050,24	60.050,24	60.050,24	60.050,24
(-) Inversiones	938.212,40					
(+) Capital de trabajo	0,00	158.654,00	30.746,00			
Flujo de efectivo	-938.212,40	0,07	0,67	168.885,93	488.851,83	1.189.971,16

* El precio de la materia prima es de Bs. 5 por kilo.

Anexo F

Datos adicionales

Matriz de Leopold

PARTE 1 - ACCIONES DE PROYECTO	
A - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	**C - FACTORES CULTURALES**
1. Tierra	**1. Uso del suelo**
A. Recursos minerales	A. Espacios abiertos o salvajes
B. Materiales de construcción	B. Zonas húmedas
C. Suelos	C. Selvicultura
D. Geomorfología	D. Pastos
E. Campos magnéticos y radioactividad de fondo	E. Agricultura
F. Factores físicos singulares	F. Residencial
2. Agua	G. Comercial
A. Superficial	H. Industrial
B. Marina	I. Minas y Canteras
C. Subterránea	**2. Recreativos**
D. Calidad	A. Caza
E. Temperatura	B. Pesca
F. Recarga	C. Navegación
G. Nieve, hielo y heladas	D. Baño
3. Atmósfera	E. Camping
A. Calidad (gases y partículas)	F. Excursión
b. Clima (Micro y macro)	G. Zonas de recreo
C. Temperatura	**3. Estéticos y de interés humano**
4. Procesos	A. Vistas panorámicas y paisajes
A. Inundaciones	B. Naturaleza
B. Erosión	C. Espacios abiertos
C. Deposición (Sedimentación y precipitación)	D. Paisajes
D. Solución	E. Aspectos físicos singulares
E. Adsorción (Intercambio de Iones, formación de complejos)	F. Parques y reservas
F. Compactación y asientos	G. Monumentos
G. Estabilidad	H. Espacios o ecosistemas raros o singulares
H. Sismología (Terremotos)	I. Lugares u objetos históricos o arqueológicos
I. Movimientos de aire	J. Desarmonías
B - CONDICIONES BIOLÓGICAS	**4. Nivel cultural**
1. Flora	A. Estados de vida
A. Árboles	B. Salud y seguridad
B. Arbustos	C. Empleo
C. Hierbas	D. Densidad de población
D. Cultivos	**5. Servicios e infraestructura**
E. Microflora	A. Estructuras
F. Plantas acuáticas	B. Red de transportes
G. Espacios en peligro	C. Red de servicios
H. Barreras, ecológicas	D. Vertederos de residuos
I. Corredores	E. Barreras
2. Fauna	F. Corredores
A. Pájaros (Aves)	**D. RELACIONES ECOLÓGICAS**
B. Animales terrestres incluso reptiles	A. Salinización con recursos de aguas
C. Peces y crustáceos	B. Eutrofización
D. Organismos bentónicos	C. Insectos portadores de enfermedades
E. Insectos	D. Cadenas alimentarias
F. Microfauna	E. Salinización de suelos
G. Espacios en peligro	F. Invasión de malezas
H. Barreras	G. Otros

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación de la página anterior)

I. Corredores	**E - OTROS**
PARTE 2 - CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES AMBIENTALES	
A - MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN	M. Herrerías (explotación de maderas)
A. Introducción de flora o fauna exótica	N. Celulosa y papel
B. Controles biológicos	O. Almacenamiento de productos
C. Modificación del hábitat	**E - ALTERACIÓN DEL TERRENO**
D. Alteración de la cubierta terrestre	A. Control de la erosión, cultivos en terraza o bancadas
E. Alteración de la hidrología	B. Cierre de minas y control de vertederos
F. Alteración del drenaje	C. Recuperación de zonas de minería a cielo abierto
G. Control del río y modificación del caudal	D. Actuaciones sobre el paisaje
H. Canalización	E. Dragado de cuerpos
I. Riego	F. Aterramientos y drenajes
J. Modificación del clima	**F - RECURSOS RENOVABLES**
K. Incendios	A. Reposición forestal
L. Pavimentaciones o recubrimientos de superficies	B. Gestión y control de la vida natural
M. Ruidos y vibraciones	C. Recarga de acuíferos subterráneos
B - TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN	D. Utilización de abonos
A. Urbanización	E. Reciclado de residuos
B. Emplazamientos industriales y edificios	**G - CAMBIOS EN EL TRÁFICO**
C. Aeropuertos	A. Ferrocarril
D. Autopistas y puentes	B. Automóviles
E. Carreteras y caminos	C. Camiones
F. Vías férreas	D. Barcos
G. Cables y elevadores	E. Aviones
H. Líneas de transmisión, oleoductos y corredores	F. Transporte fluvial
I. Barreras, incluyendo vallados	G. Deportes naúticos
j. Dragados y refuerzos de canales	H. Caminos
K. Revestimiento de canales	I. Telecillas, telecabinas, etc.
L. Canales	J. Comunicaciones
M. Presas y embalses	K. Oleoductos
N. Escolleras, diques, puertos deportivos y terminales marítimos	**H - TRATAMIENTO Y VERTIDO DE RESIDUOS**
O. Estructuras en alta mar	A. Vertidos en el mar
P. Estructuras de recreo	B. Vertederos continentales
Q. Voladuras y perforaciones	C. Vertederos de residuos mineros o industriales
R. Desmontes y rellenos	D. Almacenamiento subterráneo
S. Túneles y excavaciones subterráneas	E. Cementerios de vehículos
C - EXTRACCIONES DE RECURSOS	F. Descargas de pozos de petróleo
A. Voladuras y perforaciones	G. Inyección en pozos profundos
B. Excavaciones superficiales	H. Descargas de aguas calientes (de refrigeración)
C. Excavaciones subterráneas	I. Vertidos de efluentes urbanos y aguas de riego
D. Perforación de pozos y transporte de fluídos	J. Vertidos de efluentes líquidos
E. Dragados	K. Balsas de estabilización y oxidación
F. Explotación forestal	L. Tanques y fosas sépticas, comerciales y domésticas
G. Pesca comercial y caza	M. Emisiones de gases (industrias y vehículos)
D - PROCESOS	N. Lubricantes usados
A. Agricultura	**I - TRATAMIENTO DE QUÍMICO**
B. Ganaderías y pastoreo	A. Fertilización
C. Piensos	B. Descongelación química de autopistas, etc.
D. Industrias lácteas	C. Estabilización química del suelo
E. Generación energía eléctrica	D. Control de maleza y vegetación silvestre
F. Minería	E. Pesticidas
G. Metalurgia	**J - ACCIDENTES**
H. Industria química	A. Explosiones
I. Industria textil	B. Escapes y fugas
j. Automóviles y aeroplanos	C. Fallos de funcionamiento
K. Refinerías de petróleo	**K - OTROS**
L. Alimentación	

Autores

René Bernardo Enriquez Espinoza

Es Licenciado en Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS); se graduó con mención de excelencia. Tiene un Diplomado en Educación Superior de la Universidad Amazónica de Pando (UAP). Trabajó como auxiliar de investigación en el Centro de Investigación y Desarrollo Industrial de la UMSS, para posteriormente cumplir con el cargo de Responsable de la Planta Piloto de Procesos Industriales en la UAP. Ejecutó un Proyecto Productivo Universitario con el auspicio de la Fundación FAUTAPO en producción de néctares y pulpas de frutas amazónicas. Desde 2011 se desempeña como docente en las universidades ya mencionadas, donde ha publicado textos guía para las diversas materias que dicta.

Roxana Pacovich Michaga

Es Licenciada en Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). Tiene un Diplomado en Docencia Universitaria de la Universidad Amazónica de Pando (UAP) y una especialidad en Sistema de Gestión de Calidad (NB-ISO 9000:2008). Desde el 2012 se desempeña como Coordinadora del Instituto de Investigaciones Industriales en la UAP. Publicó en 2012 “El ABC de preparación y evaluación de proyectos para industriales” (UAP), además de otros textos guía para el Programa de Ingeniería Industrial de la misma universidad.

Guido Nogales Suaznabar

Es Licenciado en Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS). Trabajó como Coordinador del Programa de Ingeniería Industrial, donde participó en el proyecto inicial de creación de la Planta Piloto de Procesos Industriales de la Universidad Amazónica de Pando (UAP).

Yerko Zabala Montero

Es Licenciado en Ingeniería Industrial de la Universidad Amazónica de Pando (UAP). Trabajó como Gerente de Producción en la empresa SICAMOL. Recientemente desempeño funciones como Jefe de Planta en la Bioeléctrica del Norte, donde recibió entrenamiento en grupos electrógenos por la empresa Shengdong de la China, y operación/ mantenimiento de planta gasificadora por la empresa Ankur Scientific y Technologies PVT de la India.